

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2006 年 5 月 4 日 (04.05.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/046576 A1

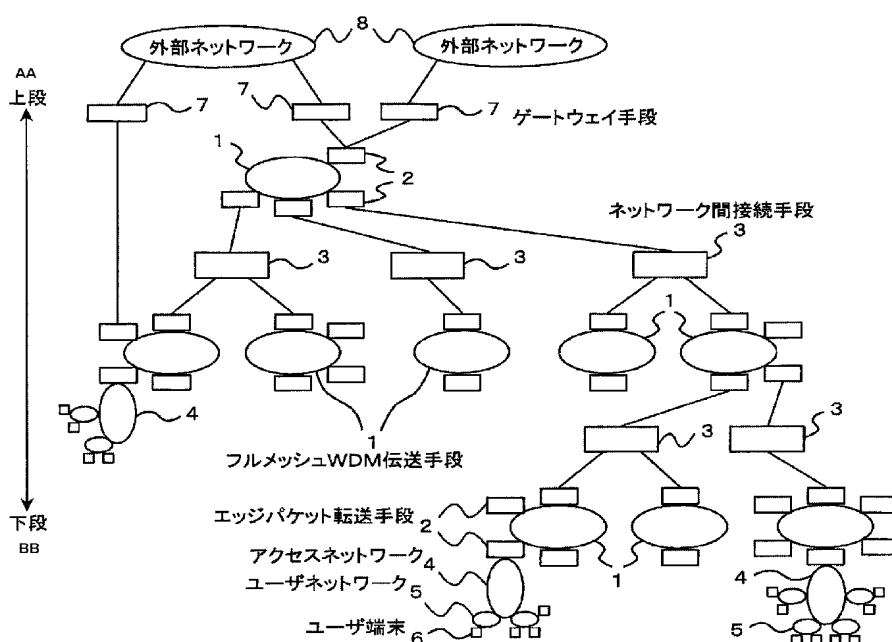
- (51) 国際特許分類:
H04L 12/56 (2006.01) H04B 10/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/019627
- (22) 国際出願日: 2005 年 10 月 25 日 (25.10.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2004-316070
2004 年 10 月 29 日 (29.10.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 Tokyo (JP).

- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 早川 和宏 (HAYAKAWA, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 吉田 悟 (YOSHIDA, Satoru) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 福田 真 (FUKUDA, Makoto) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 重田 信夫 (SHIGETA, Nobuo) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 雄川 一彦 (OGAWA, Kazuhiko) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵野市緑町 3 丁目 9-1 1 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 橋本 信 (HASHIMOTO, Shin) [JP/JP]; 〒1808585 東京都武蔵

[続葉有]

(54) Title: PACKET COMMUNICATION NETWORK AND PACKET COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: パケット通信ネットワーク及びパケット通信方法



AA UPPER STAGE
BB LOWER STAGE
8 EXTERNAL NETWORK
7 GATEWAY MEANS
3 INTER-NETWORK CONNECTING MEANS
1 FULL-MESH WDM TRANSMITTING MEANS
2 EDGE PACKET FORWARDING MEANS
4 ACCESS NETWORK
5 USER NETWORK
6 USER TERMINAL

(57) Abstract: Full-mesh WDM transmitting means (1), which each have n interfaces and can perform lateral full-mesh communication via any interfaces by use of wavelength paths based on the wavelength division multiplex technique, are multistage interconnected in a tree structure by inter-network connecting means (3) via edge packet forwarding means (2) connected to the respective interfaces, thereby allowing user terminals connected to the edge packet forwarding means (2) of the same full-mesh WDM transmitting means (1) to directly communicate with each other, and further achieving a scalability using the multistage interconnecting structure.

(57) 要約: n 個のインタフェースを有し、波長分割多重技術に基づく波長パスにより全インタフェース間で双方向のフルメッシュ通信が可能なフルメッシュ WDM 伝送手段 1 を、それぞれのインタフェースに接続されたエッジパケット転送

手段 2 を介してネットワーク間接続手段 3 によりツリー状に多段接続することにより、同一フルメッシュ WDM 伝送手段 1 のエッジパケット

[続葉有]

WO 2006/046576 A1



野市緑町 3 丁目 9 - 1 1 N T T 知的財産センタ内
Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明, 外(SAKAI, Hiroaki et al.); 〒
1006019 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が
関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT,
TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

パケット通信ネットワーク及びパケット通信方法

技術分野

- [0001] 本発明は、加入者を収容するエッジノード等間での直接通信が可能でスケーラビリティの確保が可能なパケット通信ネットワーク及びパケット通信方法に関するものである。

背景技術

- [0002] 既存の電話ネットワークでは、スケーラビリティを確保するために階層型の交換機構成(非特許文献1参照)がとられており、同一県内の異なる加入者交換機に収容されたユーザ同士が通話する場合は県代表交換機を経由して通信を行うことになる。このため、県代表交換機のトラフィックが増大し、輻輳した場合には、同一県内の異なる加入者交換機に収容されたユーザ同士の通話が困難になるという問題があった。
- [0003] 現在、VoIP技術により電話ネットワークのIP化が可能となってきたが、IPネットワークでも既存の電話ネットワークと同じような構成をルータ/スイッチ等のネットワーク装置が採れば、前述した既存の電話ネットワークと同様な問題が発生する。
- [0004] これを解決する一つの方法として、加入者ルータ等をフルメッシュで接続した構成を採ることが考えられ、実現されている(非特許文献2参照)。
- [0005] 非特許文献1:“技術参考資料 電話サービスのインタフェース 第5版”、[online]、日本電信電話株式会社、[平成16年10月7日検索]、インターネット<URL:<http://www.ntt-east.co.jp/gisanshi/analog/edit5j.pdf>>
- 非特許文献2:“管理者のためのインターネットVPNの接続環境とその機能(前編)”、[online]、2000/3/6、株式会社アットマーク・アイティ、[平成16年10月7日検索]、インターネット<URL:<http://www.atmarkit.co.jp/fsecurity/special/38vpn/vpn02.html>>

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] しかしながら、フルメッシュの接続数は加入者ルータの二乗のオーダーとなるため、大

規模なネットワークにおいてフルメッシュネットワークを構築することは、現状では事実上困難であるというスケーラビリティの問題点がある。

- [0007] 一方、既存の電話ネットワーク構成を踏襲したVoIPネットワークでは、スケーラビリティはあるが、加入者収容ルータ等間の直接通信ができない等のトラフィック増大や輻輳時の問題点がある。

課題を解決するための手段

- [0008] 前記課題の解決は、本発明が次に列挙する新規な特徴的構成手法及び手段を採用することにより達成される。
- [0009] 本発明の第1の packet 通信ネットワークは、 n (3 以上の整数) 個のインタフェースを有し、波長分割多重技術に基づく波長パスにより全インタフェース間で双方向のフルメッシュ通信が可能な2以上のフルメッシュ波長分割多重伝送手段と、packet 認識手段、外部 packet 送受信手段及び内部 packet 送受信手段を少なくとも有し、前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段のインタフェースに接続されるエッジ packet 転送手段と、packet 認識手段及び packet 送受信手段を少なくとも有し、前記エッジ packet 転送手段を介して前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段をツリー状に多段接続するネットワーク間接続手段とを備え、前記エッジ packet 転送手段及びネットワーク間接続手段の packet 認識手段は、packet のヘッダから宛先となるエッジ packet 転送手段を識別し、前記エッジ packet 転送手段の外部 packet 送受信手段は、外部から受信した packet を内部 packet 送受信手段へ入力するとともに、内部 packet 送受信手段から出力された packet を外部へ送信し、前記エッジ packet 転送手段の内部 packet 送受信手段は、外部 packet 送受信手段から入力された packet を、packet 認識手段により識別された宛先のエッジ packet 転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出し、また、フルメッシュ波長分割多重伝送手段から入力された packet を、packet 認識手段により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他のエッジ packet 転送手段であれば当該他のエッジ packet 転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出し、packet 認識手段により識別された宛先が当該エッジ packet 転送手段自体もしくは当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続されていないエ

ジパケット転送手段であれば外部パケット送受信手段へ出力し、前記ネットワーク間接続手段のパケット送受信手段は、エッジパケット転送手段から受信したパケットを、パケット認識手段により識別された宛先のエッジパケット転送手段へ送信することを特徴とする。

[0010] 本発明の第2のパケット通信ネットワークは、前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段は、物理的に独立した複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段からなり、前記エッジパケット転送手段は、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段のいずれか及びネットワーク間接続手段に接続される第1のエッジパケット転送手段と、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の全てに接続される第2のエッジパケット転送手段とから構成され、前記ネットワーク間接続手段は、パケット送受信手段の入力側に設けられ、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段から受信した複数のパケットを、宛先となる他の複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された他の複数の第1のエッジパケット転送手段のいずれに転送するかを切り替える切り替え手段を有し、前記第2のエッジパケット転送手段の内部パケット送受信手段は、外部パケット送受信手段から入力されたパケットを、パケット認識手段により識別された宛先の第1又は第2のエッジパケット転送手段に対応する複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の同一波長パスへ同時に送出し、また、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の同一波長パスから入力された複数のパケットを、パケット認識手段により識別された宛先が当該複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他の第1又は第2のエッジパケット転送手段であれば当該他の第1又は第2のエッジパケット転送手段に対応する複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の同一波長パスへ同時に送出し、パケット認識手段により識別された宛先が当該第2のエッジパケット転送手段自体もしくは当該複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続されていない第1又は第2のエッジパケット転送手段であればそのうちの一つを選択して外部パケット送受信手段へ出力することを特徴とする。

[0011] 本発明の第3のパケット通信ネットワークは、前記ネットワーク間接続手段は、複数

の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段から受信した複数のパケットより重要通信のパケットをそれぞれ抽出して比較し、パケットロスがある場合は対応する他のパケットをコピーする重要通信処理手段を有することを特徴とする。

[0012] 本発明の第4のパケット通信ネットワークは、前記エッジパケット転送手段は、パケットのヘッダから宛先となるエッジパケット転送手段とともにサービスを識別するパケット認識手段と、外部パケット送受信手段が外部から受信したパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式と異なる場合は当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式のパケット形式に加工し、また、フルメッシュ波長分割多重伝送手段から内部パケット送受信手段に入力され、外部パケット送受信手段に出力されるパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式と異なる場合は当該サービスに対応する通信方式のパケット形式に加工するパケット加工手段とを有することを特徴とする。

[0013] 本発明の第5のパケット通信ネットワークは、特定のエッジパケット転送手段と外部ネットワークとを接続するゲートウェイ手段を備え、前記特定のエッジパケット転送手段のパケット加工手段は、外部パケット送受信手段に出力されるパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスが外部ネットワークと接続を行うサービスである場合は当該サービスに対応する通信方式のパケット形式に加工し、外部パケット送受信手段はパケット認識手段により識別された宛先の外部ネットワークに対応するゲートウェイ手段に送出することを特徴とする。

[0014] 本発明の第6のパケット通信ネットワークは、前記エッジパケット転送手段は、前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段の当該エッジパケット転送手段が接続するインタフェースに関する全ての波長パスのリソース状態を管理するリソース管理手段と、当該リソース状態に関する情報をパケットとして転送するリソース情報転送手段とを有することを特徴とする。

[0015] 本発明の第7のパケット通信ネットワークは、前記エッジパケット転送手段の内部パケット送受信手段は、外部パケット送受信手段もしくはフルメッシュ波長分割多重伝

送手段から入力され、パケット認識手段により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他のエッジパケット転送手段であるパケットを、当該他のエッジパケット転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出する際、前記リソース管理手段からの波長パスのリソース状態情報を基に当該波長パスのリソース状態が閾値以上の場合、他の波長パスに送出することを特徴とする。

- [0016] 本発明の第8のパケット通信ネットワークは、呼受付制御手段を備えた制御サーバに対して通話要求及び通話応答の呼制御パケットを送信して呼受付制御を行う通信の場合、前記エッジパケット転送手段の外部パケット送受信手段又は内部パケット送受信手段は、パケット認識手段により識別されたパケット種別が呼制御パケットである場合、当該呼制御パケットにリソース管理手段によるリソース状態情報を付加することを特徴とする。

発明の効果

- [0017] 第1のパケット通信ネットワークにより、同一フルメッシュ波長分割多重伝送手段内の加入者を収容するエッジパケット転送手段間は直接通信することが可能となり、他のトラヒックや輻輳の影響を受けないVoIP等で重要となる安定した通信が実現可能となり、一方で多段接続構成によりスケーラビリティも同時に実現可能となる。
- [0018] パケットの送信も宛先に対応する波長パスに送信するだけで、対応する波長パスもフルメッシュのツリー多段接続というトポロジーから簡単に識別することが可能なため、ルーティングの管理が簡素化できる。これにより、運用管理の容易化や障害時の切り分けの容易化等が実現可能となる。
- [0019] 第2のパケット通信ネットワークにより、冗長通信による信頼性の高いネットワークを構築可能となる。
- [0020] 第3のパケット通信ネットワークにより、VoIPにおける110番や119番等の重要通信の信頼性を向上することが可能となる。
- [0021] 第4のパケット通信ネットワークにより、VoIPやISP接続、VPN等の複数のネットワークサービスを一つのネットワークで実現することが可能となる。
- [0022] 第5のパケット通信ネットワークにより、VoIPの相互接続やISP接続、VPN等の外

部接続も実現可能となる。

[0023] 第6のパケット通信ネットワークにより、オペレーションシステムや各種サーバ等でネットワークのトラヒック状態等を管理することが容易になる。

[0024] 第7のパケット通信ネットワークにより、ベストエフォート等の通信をトラヒックの少ないパスを使用して転送することが可能となり、ネットワークリソースの有効活用や輻輳時の対策が実現できる。また、迂回はIPルーティングは変更しないで行えるため、運用管理の容易化や迂回の切り替え時間の短縮化が可能となる。

[0025] 第8のパケット通信ネットワークにより、VoIPにおいて現行のSIP等の制御通信を利用して簡易にリソースの把握が可能となり、呼受付制御を実現できる。また、SIP等の制御通信を利用して実現するため、呼設定の時間を殆ど増加することなく呼受付制御を実現できる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、本発明のパケット通信ネットワークの第1の実施の形態を示す構成図である。

[図2]図2は、図1中のフルメッシュ波長分割多重伝送手段の概要を示す構成図である。

[図3]図3は、図1中のエッジパケット転送手段の詳細を示す構成図である。

[図4]図4は、図1中のネットワーク間接続手段の詳細をエッジパケット転送手段とともに示す構成図である。

[図5]図5は、図1中のエッジパケット転送手段とネットワーク間接続手段とをまとめて一体化したネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段を示す構成図である。

[図6]図6は、一般的な大規模IPネットワークの一例を示す構成図である。

[図7]図7は、本発明のパケット通信ネットワークの第2の実施の形態を示す構成図である。

[図8]図8は、図7中のネットワーク間接続手段の詳細を示す構成図である。

[図9]図9は、図7中のエッジパケット転送手段とネットワーク間接続手段とをまとめて一体化したネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段を示す構成図である。

[図10]図10は、重要通信処理手段における処理の概要を示す説明図である。

[図11]図11は、リソース管理手段によって管理される波長パスの説明図である。

[図12]図12は、試験パケットによるリソース状態の管理のようすを示す説明図である。

[図13]図13は、フルメッシュ多段ネットワーク全体でのリソース状態の管理のようすを示す説明図である。

[図14]図14は、パケットを他の波長パスにより迂回させるようすを示す説明図である。

[図15]図15は、制御サーバによる呼受付制御通信のようすを示す構成図である。

[図16]図16は、図15に対応する制御シーケンス図である。

[図17]図17は、本発明のパケット通信ネットワークの一実施例を示す構成図である。

[図18]図18は、図17のネットワークの基本的な要素を示す構成図である。

[図19]図19は、エッジノードのIPルーティングテーブルの一例を示す説明図である。

[図20]図20は、エッジパケット転送手段の内部パケット送受信手段における迂回処理の一例を示す説明図である。

符号の説明

- [0027] 1, 1a, 1b フルメッシュ波長分割多重伝送手段
1c 加入者収容ネットワーク
1d 中継ネットワーク
2 エッジパケット転送手段
2c エッジノード
2d 中継ノード
3, 30 ネットワーク間接続手段
4 アクセスネットワーク
5 ユーザネットワーク
6 ユーザ端末
7 ゲートウェイ手段
8 外部ネットワーク
11 インタフェース
12 波長パス
13 リソース状態を管理可能な波長パス

- 14 迂回波長パス
- 20, 200 ネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段
- 21, 31 パケット認識手段
- 22 外部パケット送受信手段
- 23 内部パケット送受信手段
- 24 パケット加工手段
- 25 リソース管理手段
- 26 リソース情報転送手段
- 27, 27' 上段パケット送受信手段
- 28, 28' 下段パケット送受信手段
- 29, 33 切り替え手段
- 32 パケット送受信手段
- 34 重要通信処理手段

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

[0029] [第1の実施の形態]

図1は本発明のパケット通信ネットワークの第1の実施の形態を示すもので、図中、1はフルメッシュ波長分割多重伝送手段、2はエッジパケット転送手段、3はネットワーク間接続手段、4はアクセスネットワーク、5はユーザネットワーク、6はユーザ端末、7はゲートウェイ手段、8は外部ネットワークである。

[0030] フルメッシュ波長分割多重伝送手段1のインタフェース(後述する)にはエッジパケット転送手段2が接続され、このエッジパケット転送手段2を介してネットワーク間接続手段3により2以上のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1がツリー状に多段接続され、本発明のパケット通信ネットワーク(以下、フルメッシュ多段ネットワークと呼ぶ。)が構成されている。

[0031] この際、ネットワーク間接続手段3は上段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1に接続されたエッジパケット転送手段2とは1対1で接続し、下段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1に接続されたエッジパケット転送手段2とは1対1又は1対複数で

接続する。また、エッジパケット転送手段2には、アクセスネットワーク4及びユーザネットワーク5を介してユーザ端末6が接続され、さらにゲートウェイ手段7を介して外部ネットワーク8が接続される。

[0032] フルメッシュ波長分割多重伝送手段1は、図2(a)に示すように、 n (n は3以上の整数) 個、ここでは6個のインタフェース11を有し、波長分割多重(WDM)技術に基づく波長パス12により全インタフェース間で双方向のフルメッシュ通信が可能な光伝送手段(光ネットワーク)である(なお、図面ではフルメッシュWDM伝送手段と表すものとする。)。ここで、波長パス12は、図2(b)に示すように、上り／下りの双方向の波長パスからなり、1つのインタフェースから複数の他のインタフェースへの送信波長パスは該他のインタフェース(宛先)毎に全て波長が異なり、また複数の他のインタフェースから1つのインタフェースへの受信波長パスも該他のインタフェース(送信元)毎に全て波長が異なるように構成されている。これにより、入力及び出力インタフェースをWDMによりそれぞれ一本の光ファイバで実現すること、また波長のみを識別すれば、どのインタフェースからの通信であるかを認識することが可能となる。

[0033] 上記の条件を満たすフルメッシュ波長分割多重伝送手段は、周知のWDMを用いた光クロスコネクタによるスター型ネットワークで実現できる。実際のWDMでは波長数に限界があるが、図2(c)に示すような波長構成を採ることにより、インタフェース数 n に対して最小 $n-1$ の波長数で前記の条件を実現することが可能であり、WDMの限界波長数+1個のインタフェース(送信／受信合わせて1つと数えている)のフルメッシュ波長分割多重伝送手段を実現することができる。

[0034] この他にも、周知のWDMを用いたOADM等によるリング型ネットワークでフルメッシュ波長分割多重伝送手段を実現することが可能である。但し、この場合、必要な波長数は前記最小波長数よりも多くなる。

[0035] エッジパケット転送手段2は、図3に示すように、パケット認識手段21、外部パケット送受信手段22、内部パケット送受信手段23、パケット加工手段24、リソース管理手段25及びリソース情報転送手段26を有している(なお、ここではパケット加工手段24、リソース管理手段25及びリソース情報転送手段26については言及しない。)。ここで、1つのエッジパケット転送手段2は、同一のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1

の複数のインタフェースと接続しても良い。

- [0036] パケット認識手段21は、パケットのヘッダから宛先となるエッジパケット転送手段を識別する。外部パケット送受信手段22は、外部から受信したパケットを内部パケット送受信手段23へ入力するとともに、内部パケット送受信手段23から出力されたパケットを外部へ送信する。
- [0037] 内部パケット送受信手段23は、外部パケット送受信手段22から入力されたパケットを、パケット認識手段21により識別された宛先のエッジパケット転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出し、また、フルメッシュ波長分割多重伝送手段から入力されたパケットを、パケット認識手段21により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他のエッジパケット転送手段であれば当該他のエッジパケット転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出し、パケット認識手段21により識別された宛先が当該エッジパケット転送手段自体もしくは当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続されていないエッジパケット転送手段であれば外部パケット送受信手段22へ出力する。
- [0038] ネットワーク間接続手段3は、図4に示すように、パケット認識手段31及びパケット送受信手段32を有している。なお、図4ではネットワーク間接続手段3とともに、これに接続された上段及び下段のエッジパケット転送手段2を示している。
- [0039] パケット認識手段31は、パケットのヘッダから宛先となるエッジパケット転送手段を識別する。パケット送受信手段32は、エッジパケット転送手段2から受信したパケットを、パケット認識手段31により識別された宛先のエッジパケット転送手段2へ送信する。
- [0040] なお、ネットワーク間接続手段3及びこれと接続した全てのエッジパケット転送手段2を機能的にまとめることにより、図5に示すようなネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20を構成することも可能である。図5において、図3と同一構成部分は同一符号をもって表しており、21はパケット認識手段、27は上段パケット送受信手段、28は下段パケット送受信手段である。
- [0041] 上段パケット送受信手段27は、上段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1のイン

タフェースに接続され、上段のエッジパケット転送手段2における内部パケット送受信手段及び外部パケット送受信手段を併せた機能を実現する。また、下段パケット送受信手段28は、下段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1のインタフェースに接続され、下段のエッジパケット転送手段2における内部パケット送受信手段及び外部パケット送受信手段、並びにネットワーク間接続手段3におけるパケット送受信手段を併せた機能を実現する。

[0042] なお、上段パケット送受信手段27は、同一のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1の複数のインタフェースと接続する場合があります。また、下段パケット送受信手段28は、異なる複数のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1もしくは同一のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1の複数のインタフェースと接続する場合があります。なお、アクセスネットワーク4は下段パケット送受信手段28に接続される。

[0043] 以下、本実施の形態に係るパケット通信ネットワークの動作について説明する。

[0044] エッジパケット転送手段2において、外部パケット送受信手段22が(ユーザネットワーク5のユーザ端末6からアクセスネットワーク4を介する等して)受信したパケットに対して、パケット認識手段21がパケットの宛先アドレス、パケット種別等から(最終的な宛先ではなく)次の宛先となるエッジパケット転送手段2を識別する。この情報を基に、内部パケット送受信手段23が次宛先エッジパケット転送手段2に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段1の波長パスへ当該パケットを送出する。

[0045] 前記波長パスの対向にあるエッジパケット転送手段2において、内部パケット送受信手段23が受信した当該パケットに対して、パケット認識手段21が次の宛先となるエッジパケット転送手段2を識別し、次宛先エッジパケット転送手段2に対応する外部パケット送受信手段22または内部パケット送受信手段23(次宛先エッジパケット転送手段が自分自身の場合は、外部パケット送受信手段が対応することとなる)が当該パケットを送出する。

[0046] 外部パケット送受信手段22が前記ネットワーク間接続手段3に接続されている場合は、当該ネットワーク間接続手段3において、パケット送受信手段32が受信した当該パケットに対して、パケット認識手段31が次の宛先となるエッジパケット転送手段2を識別し、パケット送受信手段32が次宛先エッジパケット転送手段2に対して当該パケ

ットを送信する。

- [0047] 前記図5のネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20の場合は、上段パケット送受信手段27または下段パケット送受信手段28が受信したパケットに対して、パケット認識手段21が次の宛先となるエッジパケット転送手段2を識別し、次宛先エッジパケット転送手段2に対応する上段パケット送受信手段27または下段パケット送受信手段28(次宛先エッジパケット転送手段が自分自身の場合は、下段パケット送受信手段27が対応することとなる)が当該パケットを送出する。
- [0048] 以上の処理を、当該パケットが(宛先のユーザ端末6のあるユーザネットワーク5がアクセスネットワーク4を介して接続している等の)最終的な(次宛先エッジパケット転送手段が自分自身である)エッジパケット転送手段2の外部パケット転送手段22から送出されるまで繰り返すことにより、目的とするパケット通信をフルメッシュ多段ネットワークにより実現することが可能となる。
- [0049] 図6に示すような通常の大規模IPネットワークでは、地域ネットワーク内のエッジノード間の通信においても上位ノードを経由して行わなくてはならないのに対して、上記のフルメッシュ多段ネットワークによるパケット通信では、同一のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1内ではエッジパケット転送手段2が直接通信を行えるため、他のトラヒックや輻輳の影響を受けない。このため、VoIP等で重要となる遅延／ジッタ等の少ない安定した通信が実現可能となる。電話等のユーザ間コミュニケーション通信では県内等の近距離通信のトラヒックが多いため、このようなネットワーク構成が有効である。
- [0050] 一方で、WDMの波長数に限界があること等から、単一のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1はスケーラビリティに問題があるが、エッジパケット転送手段2及びネットワーク間接続手段3を介してフルメッシュ波長分割多重多段伝送手段1が多段接続構成を採ることにより、ネットワークのスケーラビリティ及び拡張性も同時に実現可能となる。
- [0051] またパケットの転送においては、宛先に対応する波長パスに送信するだけというシンプルな構成で、対応する波長パスもフルメッシュをツリー状に多段接続するというシンプルなトポロジーから簡単に識別することが可能なため、転送の実現／管理が簡素化可能となり、ネットワークの運用管理の容易化や障害切り分けの容易化等が実

現可能となる。

[0052] [第2の実施の形態]

図7は本発明の packet 通信ネットワークの第2の実施の形態を示すもので、図中、図1と同一構成部分は同一符号をもって表す。即ち、1a, 1bはフルメッシュ波長分割多重伝送手段、2-1は第1のエッジ packet 転送手段、2-2は第2のエッジ packet 転送手段、30はネットワーク間接続手段である。

[0053] フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bは、物理的に独立した複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段であって、各フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1b自体は前述した第1の実施の形態で説明したフルメッシュ波長分割多重伝送手段1と同じである。

[0054] フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bのインタフェースには別々の第1のエッジ packet 転送手段2-1もしくは同一の第2のエッジ packet 転送手段2-2が接続され、第1のエッジ packet 転送手段2-1を介してネットワーク間接続手段30により2以上、ここでは3組のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bがツリー状に多段接続され、冗長構成を有するフルメッシュ多段ネットワークが構成されている。

[0055] 第1のエッジ packet 転送手段2-1は、構成及び動作とも前述した第1の実施の形態で説明したエッジ packet 転送手段2と同様であり、第2のエッジ packet 転送手段2-2も、内部 packet 送受信手段を除き、前述した第1の実施の形態で説明したエッジ packet 転送手段2と同様である。

[0056] 第2のエッジ packet 転送手段2-2の内部 packet 送受信手段は、各フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bに対応した入出力ポートを備えるとともに、外部 packet 送受信手段から入力された packet を、packet 認識手段により識別された宛先の第1又は第2のエッジ packet 転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bの同一波長パスへ同時に送出し、また、フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bの同一波長パスから入力された複数の packet を、packet 認識手段により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bに接続された他の第1又は第2のエッジ packet 転送手段であれば当該他の第1又は第2のエッジ packet 転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bの同一波長パスへ

同時に送出し、パケット認識手段により識別された宛先が当該第2のエッジパケット転送手段自体もしくは当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bに接続されていない第1又は第2のエッジパケット転送手段であればそのうちの一つを選択して外部パケット送受信手段へ出力する。

[0057] ネットワーク間接続手段30は、図8に示すように、パケット認識手段31、パケット送受信手段32、切り替え手段33及び重要通信処理手段34を有している(なお、ここでは重要通信処理手段34については言及しない。)。

[0058] 切り替え手段33は、パケット送受信手段32の入力側に設けられ、フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bにそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段2-1から受信した複数のパケットを、宛先となる他のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bにそれぞれ接続された他の複数の第1のエッジパケット転送手段2-1のいずれに転送するかを切り替える。なお、この切り替えには、受信した1つのパケットを他の2以上の第1のエッジパケット転送手段2-1へ同時に送信する場合も含まれるものとする。

[0059] 以下、本実施の形態に係るパケット通信ネットワークの動作について説明する。

[0060] 第2のエッジパケット転送手段2-2において、外部パケット送受信手段が(ユーザネットワークのユーザ端末からアクセスネットワークを介する等して)受信したパケットに対して、内部パケット送受信手段がフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bへの波長パスに対して当該パケットを同時に送出する。

[0061] なお、同時に送出する方法としては、内部パケット送受信手段がパケットを複製する方法や、内部パケット送受信手段の出口で光信号を光スプリッタ等により分波する方法等がある。

[0062] ネットワーク間接続手段30において、複数の第1のエッジパケット転送手段2-1から対向する他の複数の第1のエッジパケット転送手段2-1へのパスを切り替え手段33によって切り替える(図8中の破線)ことにより、各フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1b間の通信構成を変更することでパケット送受信手段32から送出されるパケットを選択することが可能となる。なお、同一のパケットを他の複数の第1のエッジパケット転送手段2-1へ同時に送信する場合には、切り替え手段33においてパケットを

複製する方法等を採用するものとする。

- [0063] 切り替え手段33による障害時等のパスの切り替えは、光信号断の検出や一定周期で送られてくる試験パケット未到着の検出等をトリガとして、パケット送受信手段32への入力を他の並列な入力に自動的に切り替えることにより実現できる。
- [0064] なお、ネットワーク間接続手段30及びこれと接続した全ての第1のエッジパケット転送手段2-1を機能的にまとめることにより、図9に示すようなネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段200を構成することも可能である。図9において、図5と同一構成部分は同一符号をもって表しており、21はパケット認識手段、27'は上段パケット送受信手段、28'は下段パケット送受信手段、29は切り替え手段である。
- [0065] 上段パケット送受信手段27'は、上段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a、1bのインタフェースに接続され、上段の第1のエッジパケット転送手段2-1における内部パケット送受信手段及び外部パケット送受信手段を併せた機能を実現する。また、下段パケット送受信手段28'は、下段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a、1bのインタフェースに接続され、下段の第1のエッジパケット転送手段2-1における内部パケット送受信手段及び外部パケット送受信手段、並びにネットワーク間接続手段30におけるパケット送受信手段を併せた機能を実現する。
- [0066] 切り替え手段29は、上段パケット送受信手段27'及び下段パケット送受信手段28'の入力側に設けられ、フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a、1bから受信した複数のパケットを、宛先となる他のフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a、1bのいずれに転送するかを切り替える。
- [0067] (宛先のユーザ端末のあるユーザネットワークがアクセスネットワークを介して接続している等の)最終的な第2のエッジパケット転送手段2-2において、フルメッシュ波長分割多重伝送手段1a、1bから受信したパケットを内部パケット送受信手段が選択して送出することにより冗長なパケット通信を行うことが可能となる。
- [0068] 内部パケット送受信手段による選択は、通常はフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a、1bのうち的一方からのパケットに固定しておき、障害時等は選択されているフルメッシュ波長分割多重伝送手段から一定周期で送られてくる試験パケット未到着の検出等をトリガとして、選択されているフルメッシュ波長分割多重伝送手段からのパケ

ットを、他方からのパケットに自動的に切り替える。

[0069] 以上の処理により、冗長構成を有するフルメッシュ多段ネットワークにおいて、耐障害性のある冗長通信を実現することができ、信頼性の向上が可能となる。

[0070] この冗長構成を有するフルメッシュ多段ネットワークを用いて、第2のエッジパケット転送手段において、外部パケット送受信手段が(ユーザネットワークのユーザ端末からアクセスネットワークを介する等して)受信したパケットに対し、内部パケット送受信手段が複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段への波長パスに対して当該パケットを負荷分散して送出することにより、冗長通信ではなく多ルートによる負荷分散通信を実現することも可能である。

[0071] 負荷分散して送出する方法としては、内部パケット送受信手段が複数の波長パスへ確率的にパケットを分配する方法等がある。

[0072] [第3の実施の形態]

図8に示したネットワーク間接続手段30の重要通信処理手段34において、図10に示すように、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段1a, 1bにそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段から受信した複数のパケット(入力1, 入力2)より重要通信のパケットをそれぞれ抽出して比較し、一方にパケットロスがあるかないかを検出し、パケットロスがある場合は対応する他方のパケットをコピーしてそれぞれ出力することによって、冗長なパケット通信を実現することができ、重要通信に対する信頼性の向上が可能となる。

[0073] 全てのパケットではなく重要通信のパケットのみを抽出して処理することにより、重要通信処理手段の負荷を軽減してリアルタイム性のある処理が実現可能となる。

[0074] [第4の実施の形態]

本発明のフルメッシュ多段ネットワークに接続されるユーザネットワークや外部ネットワークでは、通常、個々に異なる通信方式を使用しているため、単純に接続しただけでは正しく通信を行うことができない。

[0075] そこで、本発明では、ユーザネットワークや外部ネットワークが使用する通信方式と、フルメッシュ多段ネットワーク内(フルメッシュ波長分割多重伝送手段)で使用する通信方式とを分離し、ユーザネットワークや外部ネットワークが使用する通信方式の

パケット形式をエッジパケット転送手段においてフルメッシュ波長分割多重伝送手段で使用する通信方式のパケット形式に加工してフルメッシュ多段ネットワーク内の通信を行うことで、異なる通信方式のユーザネットワークや外部ネットワークの接続を可能とする。

[0076] 具体的には、図3、図4に示したエッジパケット転送手段2(又は図5、図9に示したネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20, 200)のパケット認識手段21においてパケットのヘッダから宛先となるエッジパケット転送手段とともにサービスを識別するようにするとともに、パケット加工手段24において外部パケット送受信手段が外部から受信したパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式と異なる場合は当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式のパケット形式に加工し、フルメッシュ波長分割多重伝送手段から内部パケット送受信手段に入力され、外部パケット送受信手段に出力されるパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多重多段ネットワークにおける通信方式と異なる場合は当該サービスに対応する通信方式のパケット形式に加工する。

[0077] 即ち、(ユーザネットワークのユーザ端末からアクセスネットワークを介する等して)受信したパケットに対して、パケット認識手段21が対応するサービスを識別し、パケット加工手段24が当該サービスに対応したフルメッシュ波長分割多重伝送手段の通信方式のパケット形式に当該パケットを加工して送信する。

[0078] この処理を通信経路のエッジパケット転送手段2, 2-1, 2-2(又はネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20, 200)が必要に応じて(フルメッシュ多段ネットワークへの入力となるエッジパケット転送手段においてフルメッシュ多段ネットワークにおける通信方式のパケット形式に加工されれば、通信経路のエッジパケット転送手段では必ずしもパケットを加工する必要はない。)繰り返し、通信経路の終点のエッジパケット転送手段において、パケット認識手段21が対応するサービスを識別し、パケット加工手段24が当該サービスに対応したユーザネットワークや外部ネットワークの通信方式のパケット形式に当該パケットを加工して戻すことにより、複数のサービスを重畳したパケット通信を行うことができ、ネットワークの有効利用が可能となる。

[0079] サービスの種類としては、一例として、VoIPやテレビ電話等のリアルタイムコミュニケーション通信、フルメッシュ多段ネットワーク内の閉域内通信、ISP接続等の外部ネットワーク接続通信、VPN等の特定外部ネットワーク間通信等がある。

[0080] [第5の実施の形態]

VoIPやテレビ電話等のリアルタイムコミュニケーション通信、ISP接続等の外部ネットワーク接続通信、VPN等の特定外部ネットワーク間通信では、外部ネットワーク等と相互接続することが必要となる。

[0081] そのために図1に示したように、相互接続をする特定のエッジパケット転送手段2と外部ネットワーク8とを接続するゲートウェイ手段7を備え、当該特定のエッジパケット転送手段2において、外部パケット送受信手段に出力されるパケットを、パケット加工手段24がパケット認識手段21により識別されたサービスが外部ネットワーク8と接続を行うサービスである場合は当該サービスに対応する通信方式のパケット形式に加工し、外部パケット送受信手段がパケット認識手段21により識別された宛先の外部ネットワーク8に対応したゲートウェイ手段7に送出することにより、外部ネットワーク8とのパケット通信を行うことが可能となる。

[0082] また、ゲートウェイ手段7はパケットに識別子を付加する機能を具備する。これにより、同一のエッジパケット転送手段に対する異なる外部ネットワーク8からのパケット、即ち異なるゲートウェイ手段7からのパケットをサービスが同じ場合でもパケット認識手段21が識別することが可能となる。

[0083] 前記の通り、フルメッシュ多段ネットワーク内で使用する通信方式とユーザネットワークや外部ネットワークが使用する通信方式とは分離されているため、各ネットワーク相互の高セキュリティが実現可能となる。

[0084] さらに、ゲートウェイ手段7に、外部ネットワーク8からの不正パケットや攻撃パケット及び外部ネットワーク8への不正パケットや攻撃パケットを遮蔽する機能を具備することにより、より高いセキュリティを実現することが可能である。

[0085] [第6の実施の形態]

図3、図4に示したエッジパケット転送手段2(又は図5、図9に示したネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20, 200)のリソース管理手段25において、図11

に示すようにフルメッシュ波長分割多重伝送手段1の当該エッジパケット転送手段が接続するインタフェースに関する全ての波長パス12のリソース状態を管理する。管理するリソース状態としては、波長パスのパケット優先度毎の帯域使用率やサービス毎の帯域使用率等がある。波長パスのパケット優先度毎の帯域使用率については、内部パケット送受信手段における各波長パス毎の単位時間当たりの優先度毎のパケット送信及び受信の使用帯域を、当該リソース管理手段25が計測することにより把握することが可能である。

[0086] 同じく、図3、図4に示したエッジパケット転送手段2(又は図5、図9に示したネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20, 200)のリソース情報転送手段26において、当該リソース状態に関するリソース状態情報をパケットとして転送する。オペレーションシステムや各種サーバからの要求に応じてリソース情報転送手段26がリソース状態情報を転送することにより、オペレーションシステムや各種サーバにおいてリソース状態の把握が可能となり、トラヒック状態の管理が容易となる。

[0087] また、試験パケットに各エッジパケット転送手段2のリソース情報転送手段26が自リソース状態情報を追記して順次送信していくことにより、各エッジパケット転送手段2が他のエッジパケット転送手段2のリソース状態情報を管理することが可能であり、これを基にした輻輳時の通信規制や迂回等の実現が可能となる。試験パケットの具体的な実施例について以下に示す。

[0088] あるフルメッシュ波長分割多重伝送手段1に接続した全エッジパケット転送手段2において、受信した試験パケットにリソース情報転送手段26が自リソース状態情報を追記(前回追記した情報がある場合は上書き)して、図12に示すように、全エッジパケット転送手段1を一周するような順番に従って次の順番のエッジパケット転送手段2に試験パケットを転送する。これを常時繰り返すことにより、試験パケットには時間的ばらつきが所定の時間間隔(試験パケットが一周する時間)内に抑えられた全エッジパケット転送手段2のリソース状態情報が常に記録されていることになり、各エッジパケット転送手段2のリソース管理手段25がこれを記録することにより、フルメッシュ波長分割多重伝送手段1内全てのリソース状態情報を管理することが可能となる。

[0089] さらに、図13に示すように、フルメッシュ多段ネットワーク全体で上記の試験パケット

の転送を実施し、ネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20, 200のリソース情報転送手段26においても、受信するフルメッシュ波長分割多重伝送手段1が異なる全ての試験パケットのそれぞれの全リソース管理情報を相互に全て追記(前回追記した情報がある場合は上書き)することにより、最終的に全ての試験パケットにフルメッシュ多段ネットワーク内の全てのリソース状態情報が常に記録されていることになり、各エッジパケット転送手段(又はネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段)のリソース管理手段25がこれを記録することにより、フルメッシュ多段ネットワーク内の全てのリソース状態情報を管理することが可能となる。

[0090] 図13の構成においては、ネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段20, 200を用いたが、これらが機能的にまとめられていない構成の場合は、ネットワーク間接続手段に接続された全てのエッジパケット転送手段において試験パケットを巡回し、各々のエッジパケット転送手段の全リソース管理情報を追記(前回追記した情報がある場合は上書き)することにより、上記と同様な機能が実現できる。

[0091] 各エッジパケット転送手段が管理する、これらのフルメッシュ波長分割多重伝送手段内あるいはフルメッシュ多段ネットワーク内の全てのリソース状態情報は、オペレーションシステムや各種サーバからの要求に応じてリソース情報転送手段26が転送することにより、オペレーションシステムや各種サーバにおいても全てのリソース状態の把握が直接接続している等の1つのエッジパケット転送手段との通信のみで可能となる。

[0092] フルメッシュ多段ネットワーク内の全てのリソース状態情報を各エッジパケット転送手段が把握することが可能であるため、あるフルメッシュ波長分割多重伝送手段内に輻輳が発生した場合、当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段への通信を規制する等の処理を各エッジパケット転送手段が自発的に行うことが可能となり、フルメッシュ多段ネットワーク全体の信頼性を向上させることが可能となる。

[0093] [第7の実施の形態]

エッジパケット転送手段2(又はネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段)の内部パケット送受信手段(又は上段パケット送受信手段あるいは下段パケット送受信手段)において、図14に示すように、外部パケット送受信手段(又は下段パケット送

受信手段あるいは上段パケット送受信手段もしくは下段パケット送受信手段自身)もしくはフルメッシュ波長分割多重伝送手段1から入力され、パケット認識手段21により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段1に接続された他のエッジパケット転送手段2(又はネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段)であり、迂回させる対象であるパケットを、当該他のエッジパケット転送手段2(又はネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段)に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段1の波長パス12へ送出する際、前記リソース管理手段25からの波長パスのリソース状態情報を基に当該波長パス12のリソース状態が閾値以上の場合、前記パケットを他の波長パス(迂回波長パス)14に送出する。

[0094] 迂回させる対象及びその識別の一例としては、ベストエフォート通信のパケットをパケット内の優先度から識別する等がある。また、波長パスのリソース状態の一例としては、最高優先度パケットの帯域使用率や全パケットの帯域使用率等がある。

[0095] 迂回させる他の波長パス14の選択の一例としては、リソース状態情報を基にリソース状態が最も低い波長パスを選ぶことが考えられる。また、前記の試験パケットによりフルメッシュ波長分割多重伝送手段1内の全リソース状態情報を当該リソース管理手段25で管理できる場合は、図14中に細破線で示す迂回後の経路のリソース状態も考慮した迂回波長パス14の選択が可能となる。

[0096] 迂回先のエッジパケット転送手段2では、通常の処理により当該パケットの宛先に対応した波長パス(図14の例では細破線で示す波長パス)に当該パケットが送信されるため、図14に示すようなフルメッシュ波長分割多重伝送手段1内における迂回(図14の例では迂回波長パス14+細破線で示す波長パス)が実現される。

[0097] VoIPサービスとベストエフォートサービスが混在したネットワークでは、迂回による遅延/ジッタ等の影響が少ないベストエフォートパケットを迂回させることにより、帯域使用が少ないVoIPパケット通信の余剰帯域を有効に活用することが可能となる。また、該当波長パスが障害により通信断となった場合も、リソース管理手段が光信号断の検出等によりそれを把握することにより、この迂回を使用することが可能となる。

[0098] [第8の実施の形態]

制御サーバによる呼受付制御を伴うVoIPやテレビ電話等のP2P型パケット通信に

においては、図15に示すように、ユーザ端末間で新しい通信を開始する際、一方のユーザ端末、例えば6-1が管轄の制御サーバ9-1に対して通話要求(通信相手の情報が含まれる)の呼制御パケットを送信し、当該制御サーバ9-1が通信相手のユーザ端末、例えば6-2を管轄する制御サーバ9-2に対して通話要求を行い、その制御サーバ9-2が通信相手のユーザ端末6-2に対して通話要求の呼制御パケットを送信する。

[0099] 通信相手のユーザ端末6-2は管轄の制御サーバ9-2に対して通話を承認するか否かの情報を含んだ通話応答の呼制御パケットを送信し、当該制御サーバ9-2は通信元のユーザ端末6-1を管轄する制御サーバ9-1に対して通話応答を行い、その制御サーバ9-1が通信元のユーザ端末6-1に対して通話応答の呼制御パケットを送信する。通信先のユーザ端末6-1は通話応答の結果(通信の承認／非承認)を受けて、通話が承認された場合は、通信相手に対して通話を開始する。

[0100] この際、通話要求発信元の制御サーバ9-1においてネットワークのリソースを管理し、リソース状態に応じて通信の承認／非承認を行うことが現実には必要であり、この処理を呼受付制御と呼ぶ。しかしながら、呼受付制御においては、通話通信に関与する(経路となる)ネットワークのリソースを的確に管理することが必要であり、VoIP等のIP網では経路がルーティングによって変化する等の問題もあり、リソース管理が大きな課題となる。

[0101] そこで、エッジパケット転送手段2(又はネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段)の外部パケット送受信手段又は内部パケット送受信手段において、パケット認識手段21により識別されたパケット種別が呼制御パケットである場合、当該呼制御パケットにリソース管理手段25によるリソース状態情報を付加する。

[0102] これを制御通信の経路にあるエッジパケット転送手段2において繰り返し、図16に示すように、制御サーバ9-1の呼受付制御手段(図示せず)が通話要求及び通話応答の呼制御パケットからリソース状態情報を取得し、得られるリソース状態情報に応じて当該P2P型パケット通信を許可するか否かを判断し、その結果(承認／非承認)を通信応答に含めて通信元のユーザに送信する。

[0103] 図15に示すフルメッシュ多段ネットワークにおいて、太線で示す経路を通過する呼

制御パケットは、通話通信のパケットの経路(太破線)にある全てのエッジパケット転送手段(星印)2を通過するため、制御サーバ9-1は呼制御パケットから通話通信が使用する波長パスのリソース状態情報を取得することが可能となる。

[0104] フルメッシュ波長分割多重伝送手段1の迂回経路(細破線)に関しても、迂回経路の両端のエッジパケット転送手段(黒星印)2が経路となる波長パスのリソース状態情報を管理しているため、制御サーバ9-1の呼受付制御手段は上記の方法で通常の経路がリソース不足により通話非承認の場合に、リソースが確保可能な通話承認できる迂回経路を通信応答に含めて通信元のユーザに送信することも可能である。

[0105] 以上により、制御サーバによる呼受付制御を伴うVoIPやテレビ電話等のP2P型パケット通信において、通話通信パスのリソース状態の把握が可能となり、制御サーバにおける呼受付制御を実現することが可能となる。

[0106] また、通常の通話通信パスがリソース不足で輻輳している場合には、リソースが空いている輻輳していないフルメッシュ波長分割多重手段の迂回パスをユーザに提示することも可能であり、これにより輻輳時の迂回通信を実現することが可能となる。さらに、呼受付制御通信において、通常の呼受付制御通信以外に新たな通信シーケンスが発生しないため、通信開始設定の時間を殆ど増加することなく呼受付制御を実現できる。

実施例

[0107] [第1の実施例]

加入者収容ネットワークを下段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段とし、中継ネットワークを上段のフルメッシュ波長分割多重伝送手段とした二段構成のフルメッシュ多段ネットワークの一例を図17に、また、その基本的な要素を図18に示す。

[0108] 前述したWDMを用いた光クロスコネクタによるスター型ネットワークで加入者収容ネットワーク1c及び中継ネットワーク1dを構成した場合、WDMの限界波長数が現在では128波程度であるため、100程度のインタフェースを加入者収容ネットワーク1c及び中継ネットワーク1dは持つことができる。日本を考えた場合、1都道府県に1つの加入者収容ネットワーク1cを有するフルメッシュ多段ネットワークを二段構成で構築可能となり、都道府県内の加入者収容ネットワーク1cも100程度のエッジノード2cを

収容することができ、全国規模のスケーラビリティを持ったネットワークが構築可能となる。

[0109] また、実際の運用では、通信量が多いインタフェース間については、直接、光ファイバによる伝送路(パス)を設けて、帯域(伝送量)に制限のある波長パスの代わりに使用する場合も想定されるが、このように波長パスと光ファイバによるパスとの混合によってフルメッシュ通信が可能な光伝送手段が形成された場合でも、本発明の考え方を適用することが可能である。

[0110] 以下、上記のフルメッシュ多段ネットワーク(二段)をネットワーク内で使用する通信方式としてIPまたはMPLSを用いて構築した場合について述べる。

[0111] IPパケット通信においては、ダイナミックルーティングが多く使用されているが、本ネットワークではフルメッシュ波長分割多重伝送手段のツリー構成に対応したIPアドレスを体系的に付与することにより、ルーティングテーブルが簡単になるためスタティックルーティングを使用することが可能となる。

[0112] 具体的には各加入者収容ネットワーク1c毎、さらにエッジノード2c毎(エッジノード配下のユーザ等)に一連のIPアドレスを付与することにより、エッジノード2cのIPルーティングテーブルは図19に示すように非常に簡素化でき、運用管理や障害時の切り分け等が容易となる。

[0113] [第2の実施例]

重要通信としてはVoIPの110/119番通報等があるため、IP通信における重要通信処理手段での重要通信の抽出は、IPヘッダのDSCP(DiffServ Code Point)の優先度で識別可能である。また、VoIPにおける通話通信は、一般的にRTP(Real-time Transport Protocol)で行われるが、RTPヘッダにはシーケンス番号があるためパケットロスを容易に確認することができる。

[0114] [第3の実施例]

パケット認識手段が対応するサービスを識別する具体的な方法として、VoIPやテレビ電話等のリアルタイムコミュニケーション通信はIPヘッダのDSCPの優先度等により、ISP接続等の外部ネットワーク接続通信は通信プロトコルの違い(例えばPPPoE)や送信元IPアドレス(内部通信用のIPアドレスと異なる)等により、VPN等の特定外

部ネットワーク間通信はゲートウェイ手段が付加するVLAN IDや加入者収容／中継ノードの物理ポート等により、識別することが可能である。

- [0115] パケット加工手段が、パケットをサービスに対応してフルメッシュ多段ネットワーク内の通信方式のパケット形式に加工する具体的な方法として(VoIPやテレビ電話等のリアルタイムコミュニケーション通信は特に加工なし)、ISP接続等の外部ネットワーク接続通信に対してはIPトンネリング(L2TPv2(Layer2 Tunneling Protocol Version 2)、IPsec(トンネルモード)、IPinIP等)等、VPN等の特定外部ネットワーク間通信に対してはL2-VPN(L2TPv3(Layer2 Tunneling Protocol Version3)等)やL3-VPN(IPsec(トンネルモード)、IPinIP等)等のパケット形式に加工する。
- [0116] フルメッシュ多段ネットワーク内の通信方式がMPLSの場合には、VPN等の特定外部ネットワーク間通信に対してはL2-VPN(EoMPLS(Ethernet(登録商標) over MPLS)等)やL3-VPN(BGP/MPLS-VPN等)等のパケット形式に加工する。
- [0117] また、VoIPにおける他事業者VoIPネットワークとの相互接続等において他事業者と優先度に関するポリシーが異なる場合は、パケット加工手段がポリシーが異なるパケットに対してIPヘッダのDSCP値を当該他事業者のポリシーに従った値に加工する。
- [0118] これらの通信方式のパケット形式にパケットを加工することにより、一つのフルメッシュ多段ネットワークでリアルタイムコミュニケーション通信や外部ネットワーク接続通信や特定外部ネットワーク間通信等の各種サービスのパケット通信を重畳して実現することが可能となる。
- [0119] [第4の実施例]
- VoIPとベストエフォート通信が混在するIP通信では、図20に示すように、内部パケット送受信手段23において、IPヘッダのDSCPの優先度でVoIPを最優先に分類(クラシファイ)し、ベストエフォートのパケットについては送信出力バッファが一定量以上(該当波長パスのリソースが閾値以上に相当)の場合、スケジューラが自動で当該パケットを他の空きのあるバッファへ送信する。
- [0120] このスケジューラの処理は、IPルーティングと関係なく(図20ではIPルーティングの後に)行われる処理であるため、IPルーティングテーブルの変更等は一切必要なく迂

回を実現できる。

[0121] これにより、スタティックルーティング及びダイナミックルーティングにおいてテーブル変更が関係するルータで全て終了するまでにタイムラグを要し、その間のルーティングが正しく行われない可能性がある等の問題点なしに迂回を実現することが可能となる。

[0122] [第5の実施例]

制御サーバによる呼受付制御通信を行うP2P型パケット通信としてSIPを使用した場合は、制御サーバがSIPプロキシサーバに相当し、通話要求は"INVITE"メッセージに、通話応答は"200ok"メッセージや"486 Busy Here"メッセージ等に対応する。

[0123] 前記(発明を実施するための最良の形態)で示した、リソースが確保可能な通話承認できる迂回経路を通信応答に含めて通信元のユーザ端末に送信する場合は、ユーザ端末において迂回経路となるエッジパケット転送手段のIPアドレスを明示的に指定したIPソースルーティング(IPv6では、IPルーティングヘッダを使用して実現可能)を用いて、ルーティングテーブルを変更することなく迂回通信を実現することが可能である。

産業上の利用可能性

[0124] VoIPやインターネット接続等のスケーラビリティや信頼性が要求される通信インフラとして有用である。

請求の範囲

[1] n (3以上の整数)個のインタフェースを有し、波長分割多重技術に基づく波長パスにより全インタフェース間で双方向のフルメッシュ通信が可能な2以上のフルメッシュ波長分割多重伝送手段と、

パケット認識手段、外部パケット送受信手段及び内部パケット送受信手段を少なくとも有し、前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段のインタフェースに接続されるエッジパケット転送手段と、

パケット認識手段及びパケット送受信手段を少なくとも有し、前記エッジパケット転送手段を介して前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段をツリー状に多段接続するネットワーク間接続手段とを備え、

前記エッジパケット転送手段及びネットワーク間接続手段のパケット認識手段は、パケットのヘッダから宛先となるエッジパケット転送手段を識別し、

前記エッジパケット転送手段の外部パケット送受信手段は、外部から受信したパケットを内部パケット送受信手段へ入力するとともに、内部パケット送受信手段から出力されたパケットを外部へ送信し、

前記エッジパケット転送手段の内部パケット送受信手段は、外部パケット送受信手段から入力されたパケットを、パケット認識手段により識別された宛先のエッジパケット転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出し、また、フルメッシュ波長分割多重伝送手段から入力されたパケットを、パケット認識手段により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他のエッジパケット転送手段であれば当該他のエッジパケット転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出し、パケット認識手段により識別された宛先が当該エッジパケット転送手段自体もしくは当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続されていないエッジパケット転送手段であれば外部パケット送受信手段へ出力し、

前記ネットワーク間接続手段のパケット送受信手段は、エッジパケット転送手段から受信したパケットを、パケット認識手段により識別された宛先のエッジパケット転送手段へ送信する

ことを特徴とするパケット通信ネットワーク。

- [2] 前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段は、物理的に独立した複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段からなり、

前記エッジパケット転送手段は、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段のいずれか及びネットワーク間接続手段に接続される第1のエッジパケット転送手段と、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の全てに接続される第2のエッジパケット転送手段とから構成され、

前記ネットワーク間接続手段は、パケット送受信手段の入力側に設けられ、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段から受信した複数のパケットを、宛先となる他の複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された他の複数の第1のエッジパケット転送手段のいずれに転送するかを切り替える切り替え手段を有し、

前記第2のエッジパケット転送手段の内部パケット送受信手段は、外部パケット送受信手段から入力されたパケットを、パケット認識手段により識別された宛先の第1又は第2のエッジパケット転送手段に対応する複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の同一波長パスへ同時に送出し、また、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の同一波長パスから入力された複数のパケットを、パケット認識手段により識別された宛先が当該複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他の第1又は第2のエッジパケット転送手段であれば当該他の第1又は第2のエッジパケット転送手段に対応する複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の同一波長パスへ同時に送出し、パケット認識手段により識別された宛先が当該第2のエッジパケット転送手段自体もしくは当該複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続されていない第1又は第2のエッジパケット転送手段であればそのうちの一つを選択して外部パケット送受信手段へ出力する

ことを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。

- [3] 前記ネットワーク間接続手段は、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段から受信した複数のパケットより重要通信のパケットをそれぞれ抽出して比較し、パケットロスがある場合は対

応する他のパケットをコピーする重要通信処理手段を有する
ことを特徴とする請求項2に記載のパケット通信ネットワーク。

- [4] 前記エッジパケット転送手段は、
パケットのヘッダから宛先となるエッジパケット転送手段とともにサービスを識別する
パケット認識手段と、
外部パケット送受信手段が外部から受信したパケットを、パケット認識手段により識別
されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多重伝送手段における
通信方式と異なる場合は当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方
式のパケット形式に加工し、また、フルメッシュ波長分割多重伝送手段から内部パケ
ット送受信手段に入力され、外部パケット送受信手段に出力されるパケットを、パケッ
ト認識手段により識別されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多
重伝送手段における通信方式と異なる場合は当該サービスに対応する通信方式の
パケット形式に加工するパケット加工手段とを有する

ことを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。

- [5] 特定のエッジパケット転送手段と外部ネットワークとを接続するゲートウェイ手段を
備え、
前記特定のエッジパケット転送手段のパケット加工手段は、外部パケット送受信手
段に出力されるパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスが外部ネット
ワークと接続を行うサービスである場合は当該サービスに対応する通信方式のパケッ
ト形式に加工し、外部パケット送受信手段はパケット認識手段により識別された宛先
の外部ネットワークに対応するゲートウェイ手段に送出する

ことを特徴とする請求項4に記載のパケット通信ネットワーク。

- [6] 前記エッジパケット転送手段は、
前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段の当該エッジパケット転送手段が接続す
るインタフェースに関する全ての波長パスのリソース状態を管理するリソース管理手
段と、

当該リソース状態に関する情報をパケットとして転送するリソース情報転送手段とを
有する

ことを特徴とする請求項1に記載のパケット通信ネットワーク。

- [7] 前記エッジパケット転送手段の内部パケット送受信手段は、外部パケット送受信手段もしくはフルメッシュ波長分割多重伝送手段から入力され、パケット認識手段により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他のエッジパケット転送手段であるパケットを、当該他のエッジパケット転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出する際、前記リソース管理手段からの波長パスのリソース状態情報を基に当該波長パスのリソース状態が閾値以上の場合、他の波長パスに送出する

ことを特徴とする請求項6に記載のパケット通信ネットワーク。

- [8] 呼受付制御手段を備えた制御サーバに対して通話要求及び通話応答の呼制御パケットを送信して呼受付制御を行う通信の場合、

前記エッジパケット転送手段の外部パケット送受信手段又は内部パケット送受信手段は、パケット認識手段により識別されたパケット種別が呼制御パケットである場合、当該呼制御パケットにリソース管理手段によるリソース状態情報を付加する

ことを特徴とする請求項6に記載のパケット通信ネットワーク。

- [9] n (3以上の整数) 個のインタフェースを有し、波長分割多重技術に基づく波長パスにより全インタフェース間で双方向のフルメッシュ通信が可能な2以上のフルメッシュ波長分割多重伝送手段と、

パケット認識手段、外部パケット送受信手段及び内部パケット送受信手段を少なくとも有し、前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段のインタフェースに接続されるエッジパケット転送手段と、

パケット認識手段及びパケット送受信手段を少なくとも有し、前記エッジパケット転送手段を介して前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段をツリー状に多段接続するネットワーク間接続手段とを用い、

前記エッジパケット転送手段において、外部パケット送受信手段が受信したパケットに対して、前記パケット認識手段が宛先となるエッジパケット転送手段を識別し、前記内部パケット送受信手段が宛先に対応する前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段への波長パスに対して当該パケットを送出し、

当該波長パスの対向にあるエッジパケット転送手段において、内部パケット送受信手段が受信した当該パケットに対して、パケット認識手段が宛先となるエッジパケット転送手段を識別し、宛先に対応する前記外部パケット送受信手段または内部パケット送受信手段が当該パケットを送出し、当該外部パケット送受信手段が前記ネットワーク間接続手段に接続されている場合は、当該ネットワーク間接続手段が当該パケットの宛先に対応したエッジパケット転送手段に対して当該パケットを送出し、

これらの処理を当該パケットが宛先となるエッジパケット転送手段から送出されるまで繰り返すことによりパケット通信を行う

ことを特徴とするパケット通信方法。

[10] 物理的に独立した複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段からなるフルメッシュ波長分割多重伝送手段と、

複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段のいずれか及びネットワーク間接続手段に接続される第1のエッジパケット転送手段と、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段の全てに接続される第2のエッジパケット転送手段とから構成されるエッジパケット転送手段と、

パケット送受信手段の入力側に設けられ、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段から受信した複数のパケットを、宛先となる他の複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された他の複数の第1のエッジパケット転送手段のいずれに転送するかを切り替える切り替え手段を有するネットワーク間接続手段とを用い、

第2のエッジパケット転送手段において、前記外部パケット送受信手段が受信したパケットに対して、前記内部パケット送受信手段が複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段への波長パスに対して当該パケットを同時に送出し、

ネットワーク間接続手段において、複数の第1のエッジパケット転送手段から宛先となる他の複数の第1のエッジ転送手段へのパスを切り替え手段によって切り替えることにより、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段間の通信構成を変更することで送出されるパケットを選択し、

宛先に対応する第2のエッジパケット転送手段において、複数の並列なフルメッシ

フルメッシュ波長分割多重伝送手段から受信したパケットを内部パケット送受信手段が選択して送出することにより冗長なパケット通信を行う

ことを特徴とする請求項9に記載のパケット通信方法。

- [11] 重要通信処理手段を有するネットワーク間接続手段を用い、
前記重要通信処理手段において、複数の並列なフルメッシュ波長分割多重伝送手段にそれぞれ接続された複数の第1のエッジパケット転送手段から受信した複数のパケットより重要通信のパケットをそれぞれ抽出して比較し、パケットロスがある場合は対応する他のパケットをコピーすることにより冗長なパケット通信を行う

ことを特徴とする請求項10に記載のパケット通信方法。

- [12] パケット加工手段を有するエッジパケット転送手段を用い、
エッジパケット転送手段において、外部パケット送受信手段が外部から受信したパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式と異なる場合はパケット加工手段により当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式のパケット形式に加工し、フルメッシュ波長分割多重伝送手段から内部パケット送受信手段に入力され、外部パケット送受信手段に出力されるパケットを、パケット認識手段により識別されたサービスに対応する通信方式がフルメッシュ波長分割多重伝送手段における通信方式と異なる場合はパケット加工手段により当該サービスに対応する通信方式のパケット形式に加工することにより複数のサービスを重畳したパケット通信を行う

ことを特徴とする請求項9に記載のパケット通信方法。

- [13] 特定のエッジパケット転送手段と外部ネットワークとを接続するゲートウェイ手段を用い、

前記特定のエッジパケット転送手段において、外部パケット送受信手段に出力されるパケットを、パケット加工手段がパケット認識手段により識別されたサービスが外部ネットワークと接続を行うサービスである場合は当該サービスに対応する通信方式のパケット形式に加工し、外部パケット送受信手段がパケット認識手段により識別された宛先の外部ネットワークに対応するゲートウェイ手段に送出する

ことを特徴とする請求項12に記載のパケット通信方法。

- [14] リソース管理手段及びリソース情報転送手段を有するエッジパケット転送手段を用い、

エッジパケット転送手段において、リソース管理手段が前記フルメッシュ波長分割多重伝送手段の当該エッジパケット転送手段が接続するインタフェースに関する全ての波長パスのリソース状態を管理し、リソース情報転送手段が当該リソース状態に関する情報をパケットとして転送する

ことを特徴とする請求項9に記載のパケット通信方法。

- [15] 前記エッジパケット転送手段の内部パケット送受信手段において、外部パケット送受信手段もしくはフルメッシュ波長分割多重伝送手段から入力され、パケット認識手段により識別された宛先が当該フルメッシュ波長分割多重伝送手段に接続された他のエッジパケット転送手段であるパケットを、当該他のエッジパケット転送手段に対応するフルメッシュ波長分割多重伝送手段の波長パスへ送出する際、前記リソース管理手段からの波長パスのリソース状態情報を基に当該波長パスのリソース状態が閾値以上の場合、他の波長パスに送出する

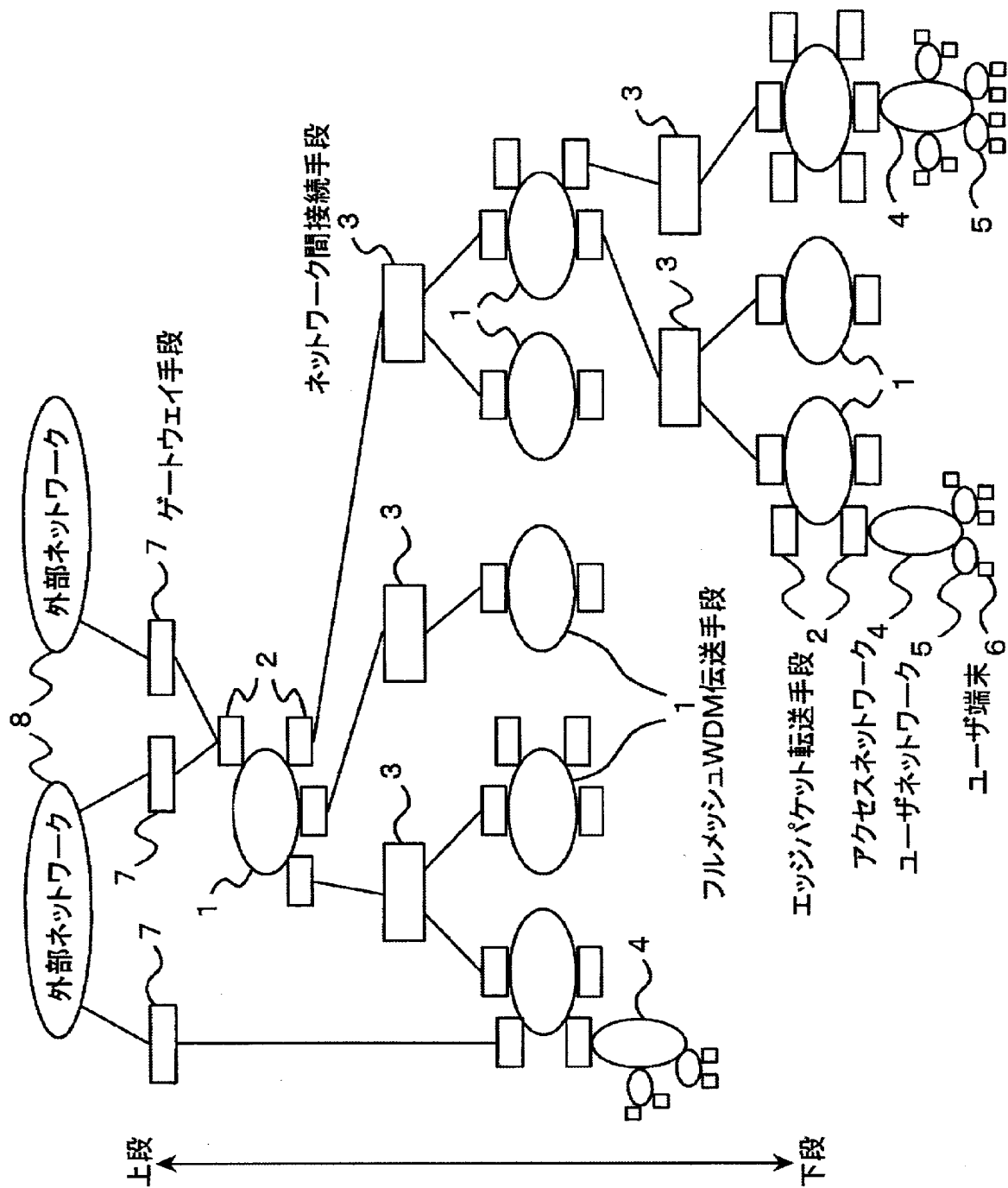
ことを特徴とする請求項14に記載のパケット通信方法。

- [16] 呼受付制御手段を備えた制御サーバに対して通話要求及び通話応答の呼制御パケットを送信して呼受付制御を行う通信の場合、

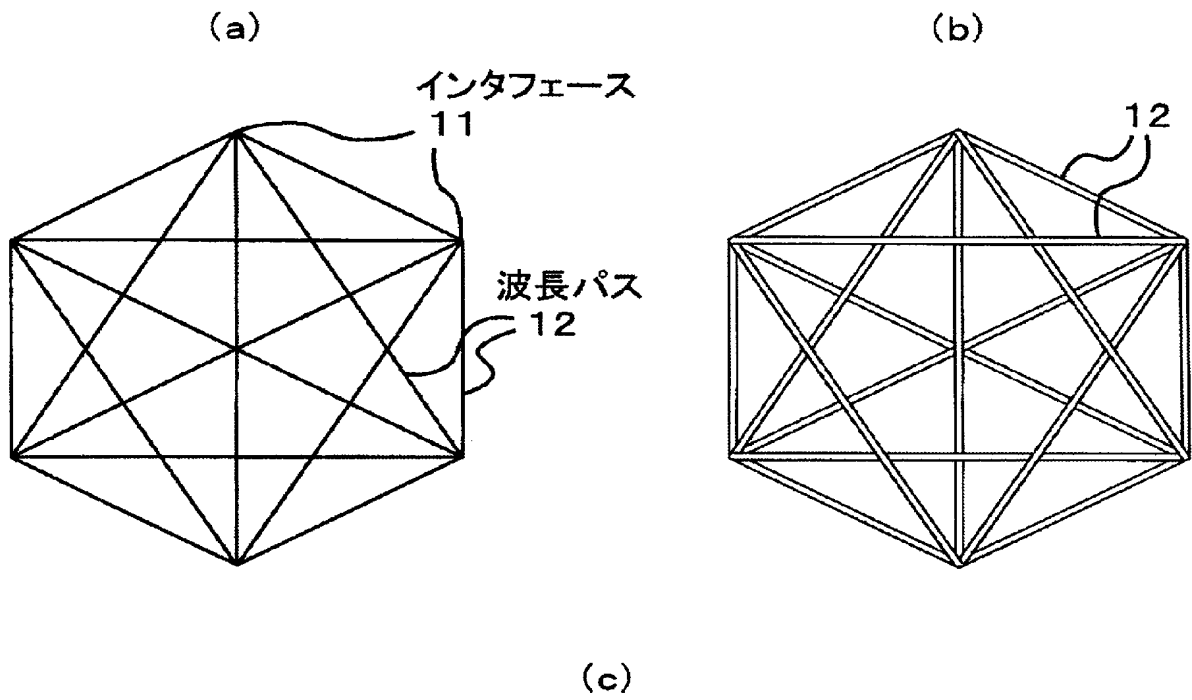
前記エッジパケット転送手段の外部パケット送受信手段又は内部パケット送受信手段において、パケット認識手段により識別されたパケット種別が呼制御パケットである場合、当該呼制御パケットにリソース管理手段によるリソース状態情報を付加する

ことを特徴とする請求項14に記載のパケット通信方法。

[図1]



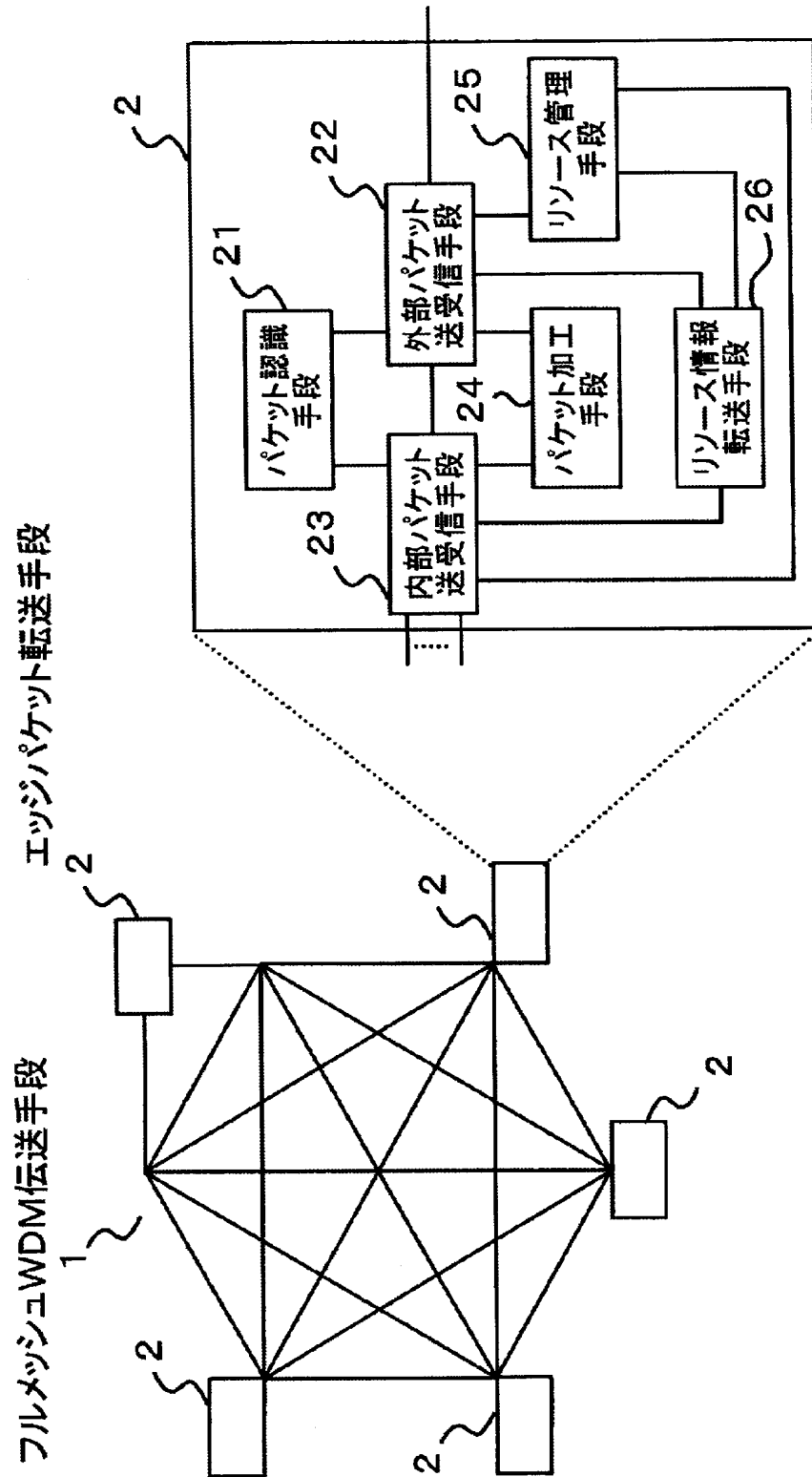
[図2]



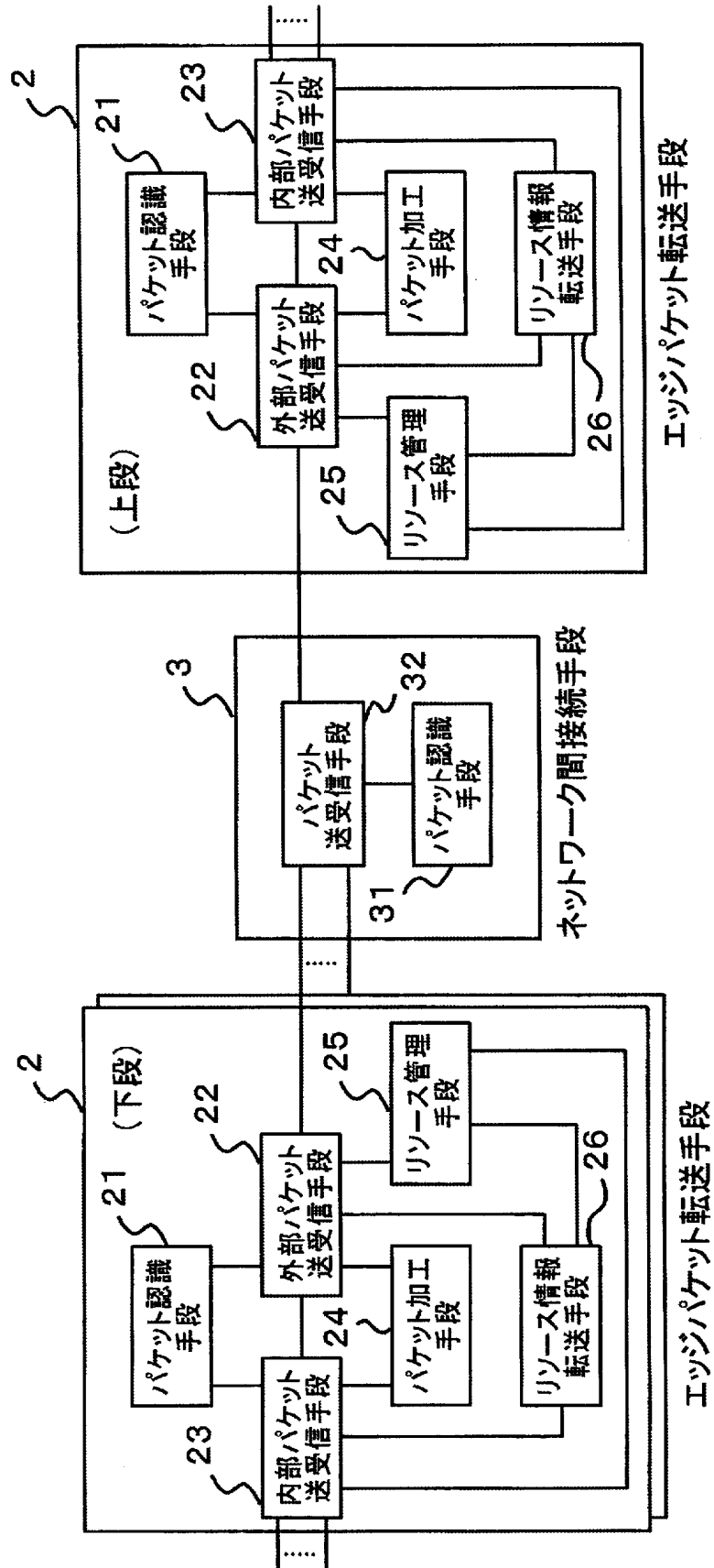
		受信インタフェース番号				
		1	2	3	...	n
送信インタフェース番号	1		$\lambda 1$	$\lambda 2$...	$\lambda n-1$
	2	$\lambda n-1$		$\lambda 1$...	$\lambda n-2$
	3	$\lambda n-2$	$\lambda n-1$...	$\lambda n-3$

	n	$\lambda 1$	$\lambda 2$	$\lambda 3$...	

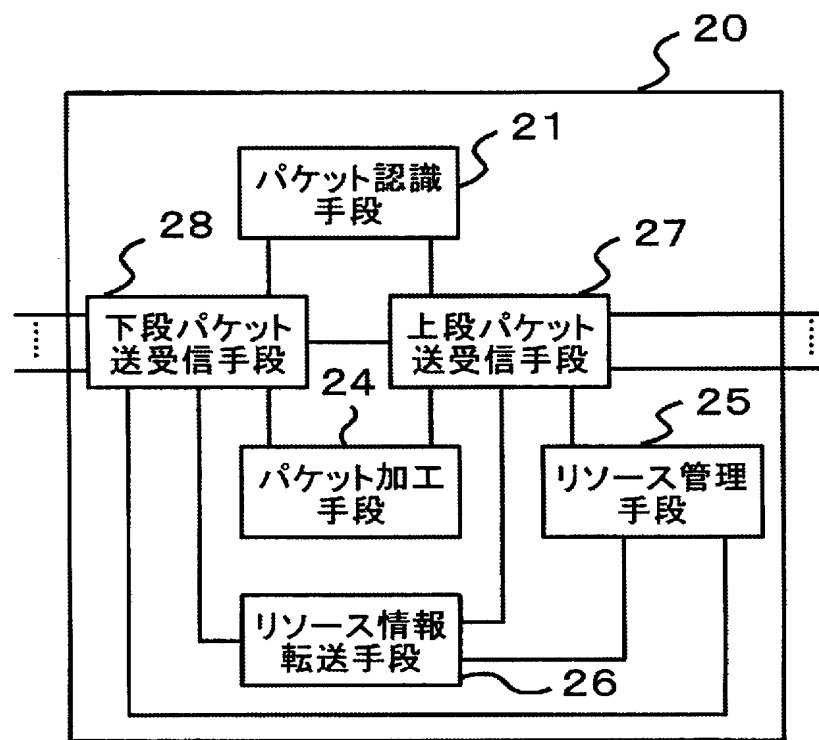
[図3]



[図4]

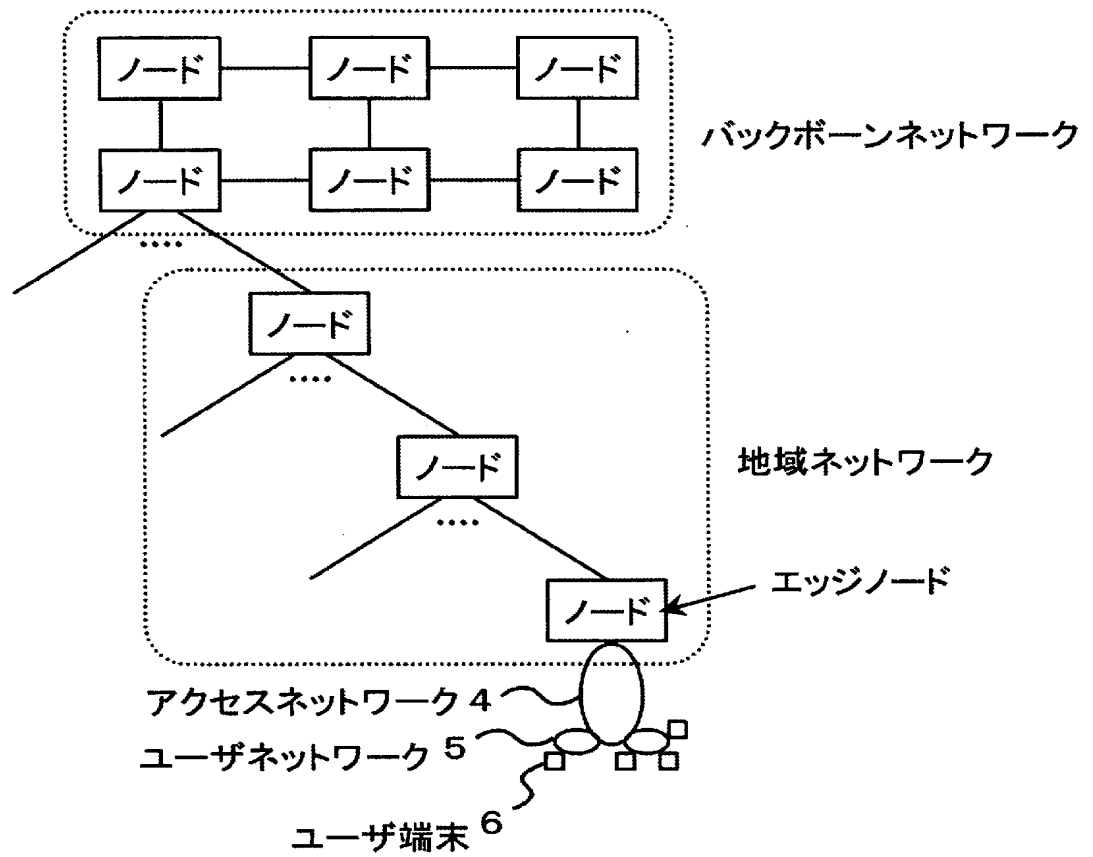


[図5]

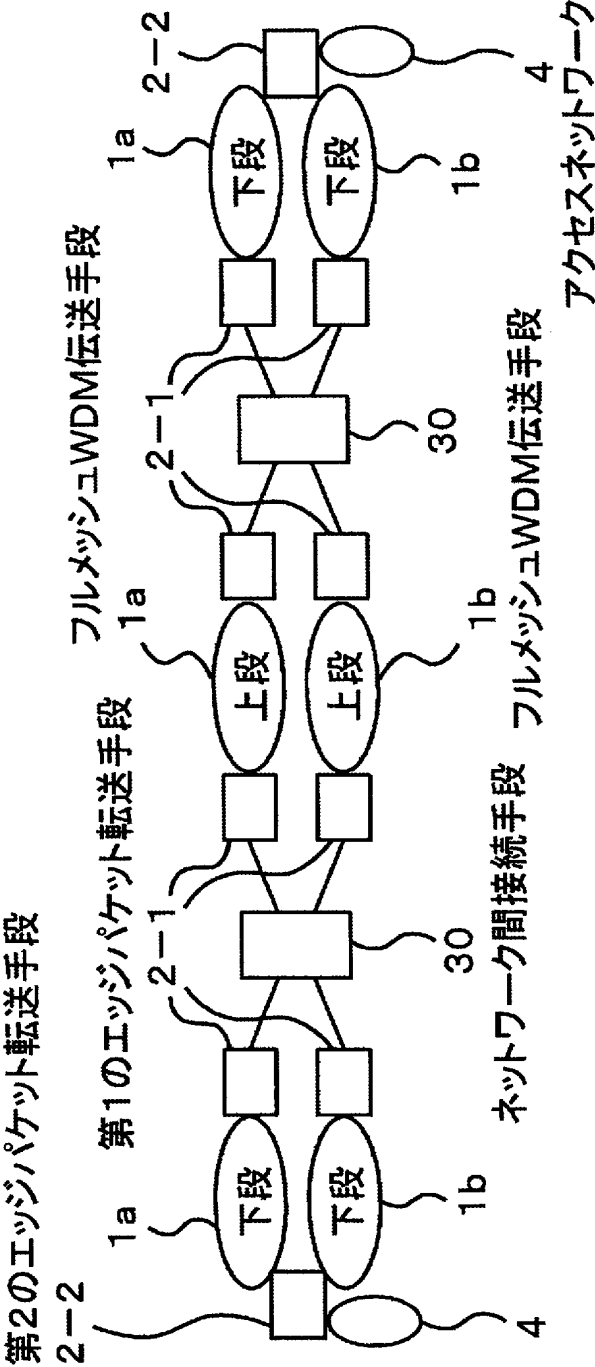


ネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段

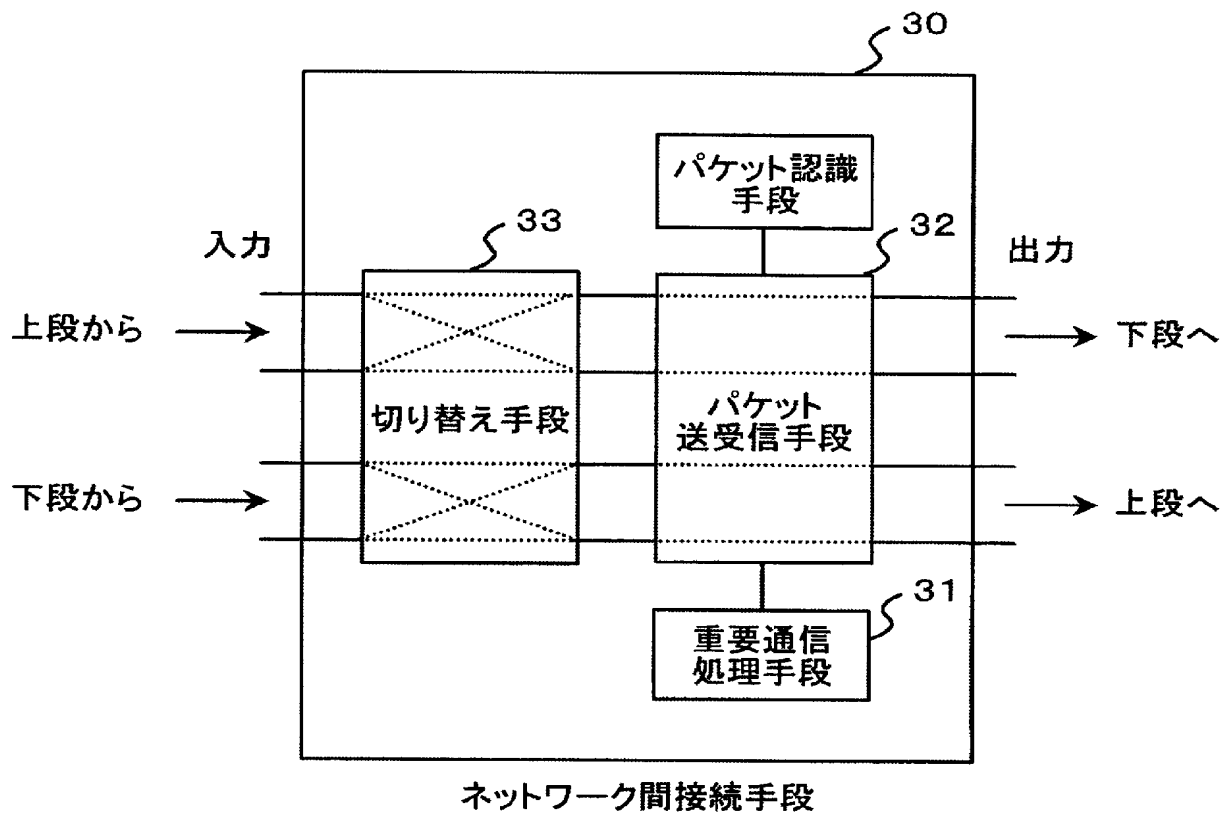
[図6]



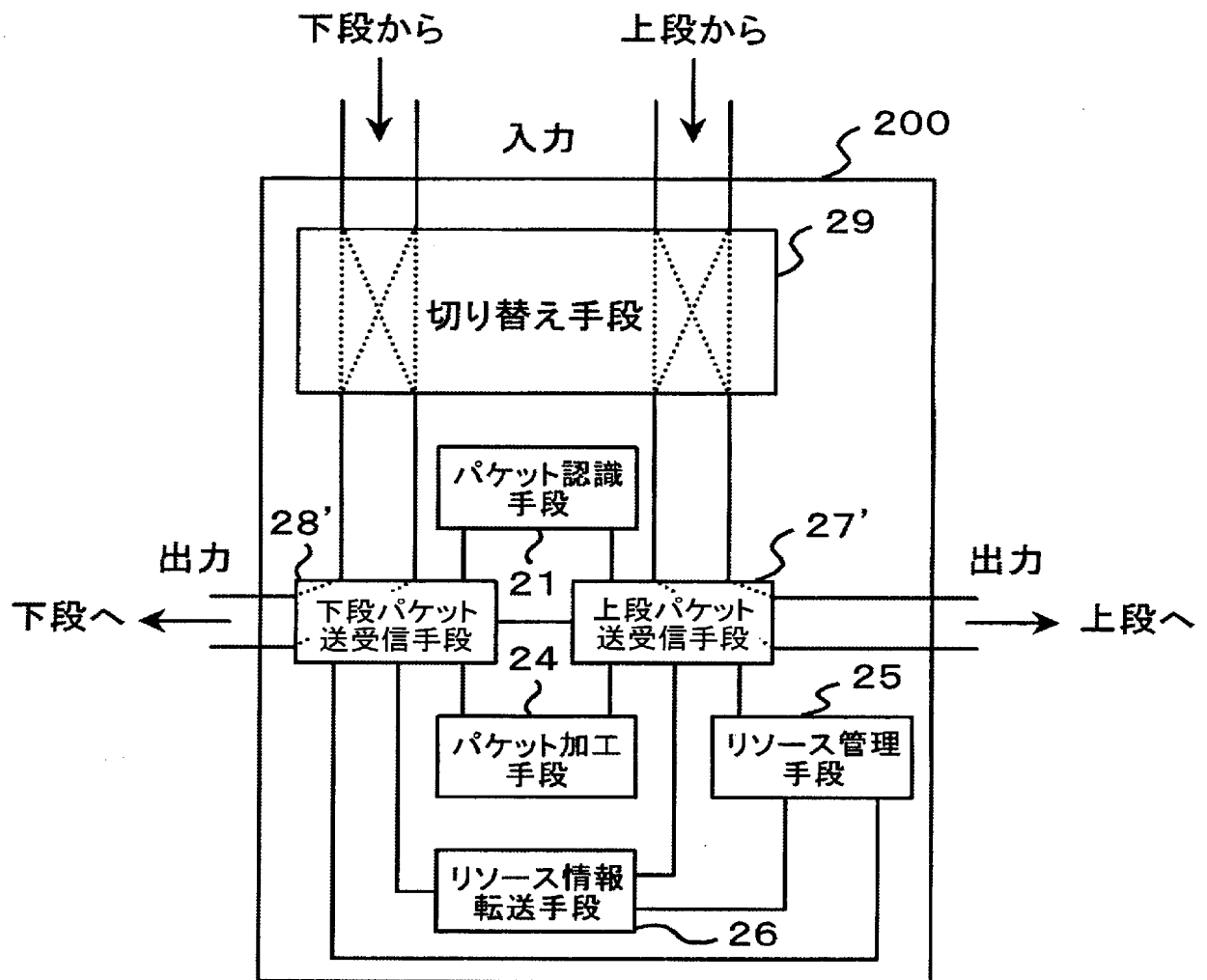
[図7]



[図8]

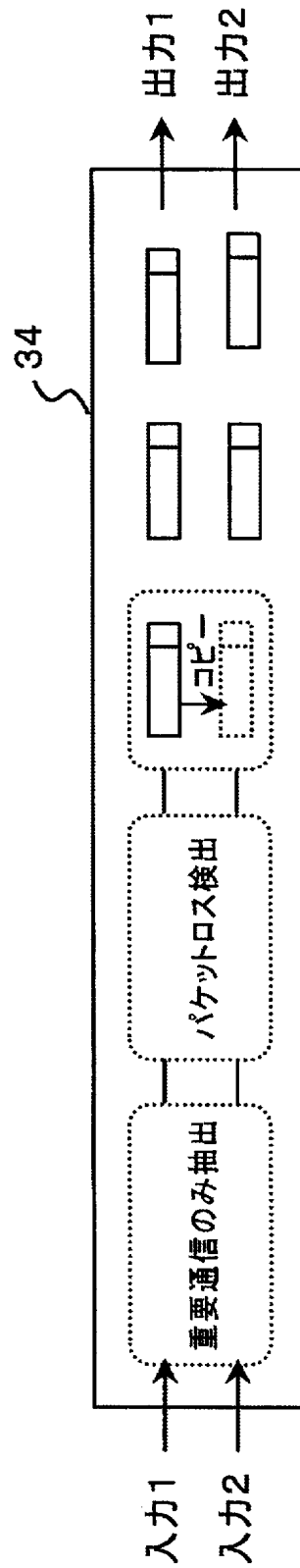


[図9]

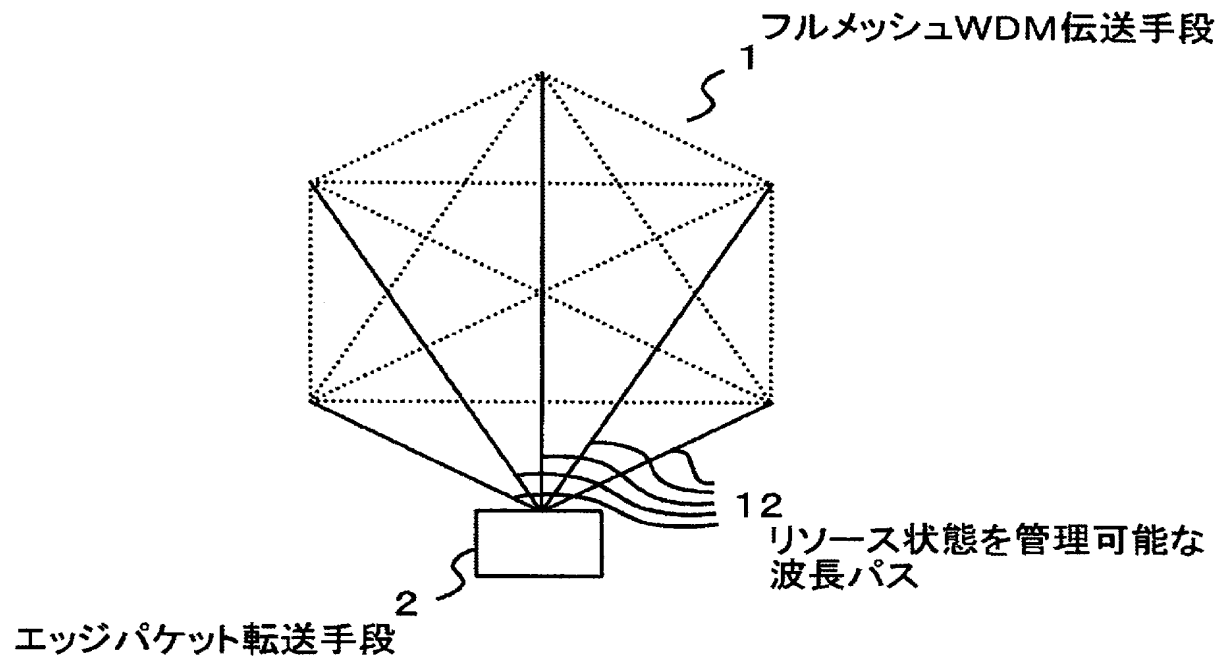


ネットワーク間接続及びエッジパケット転送手段

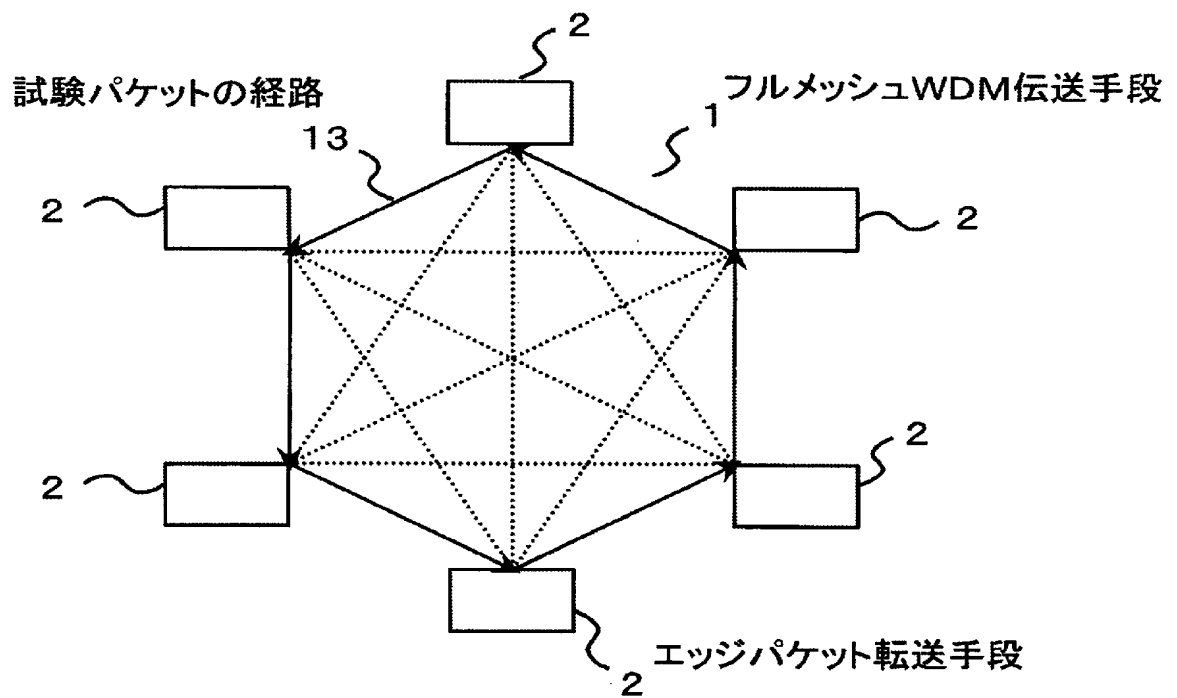
[図10]



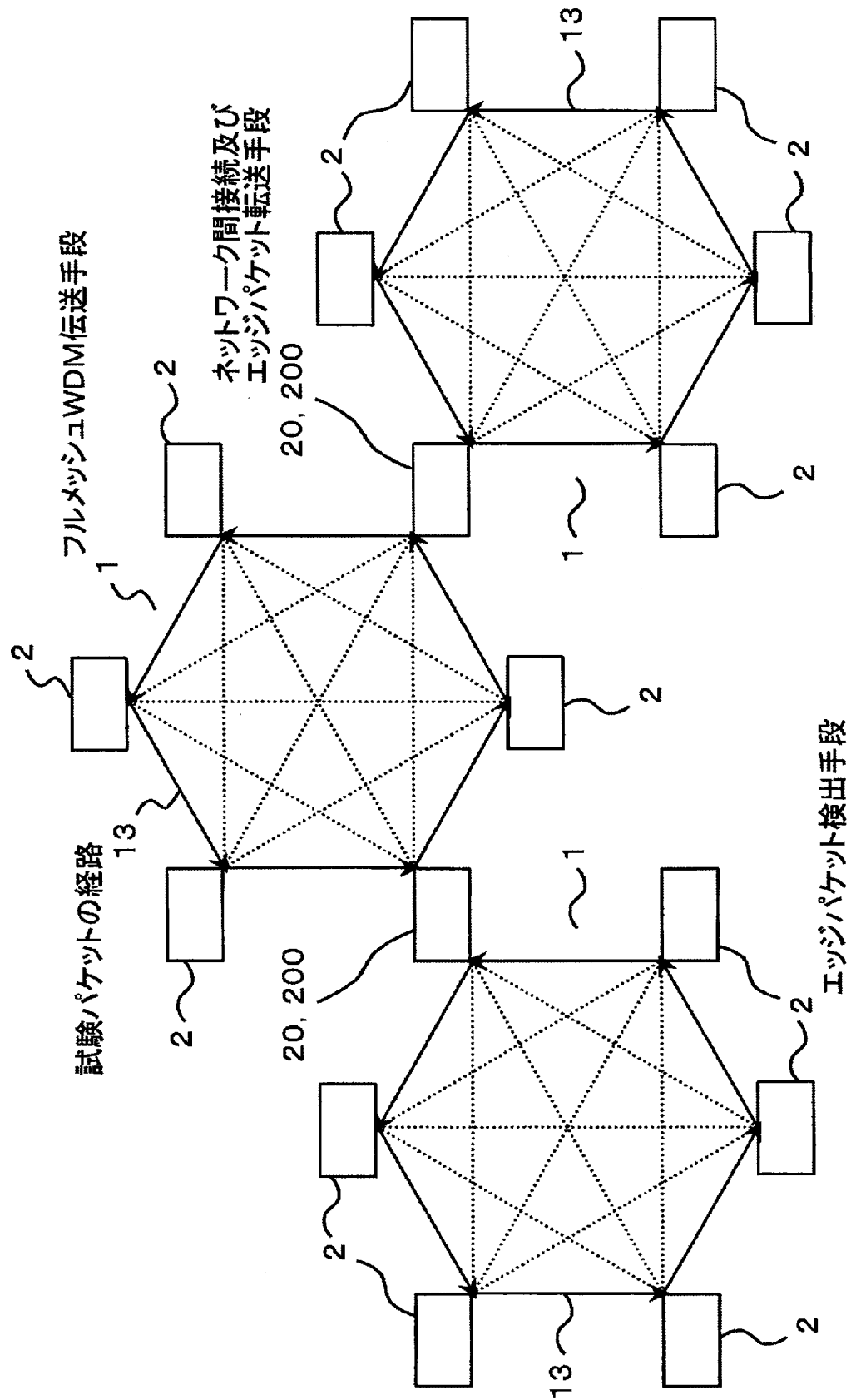
[図11]



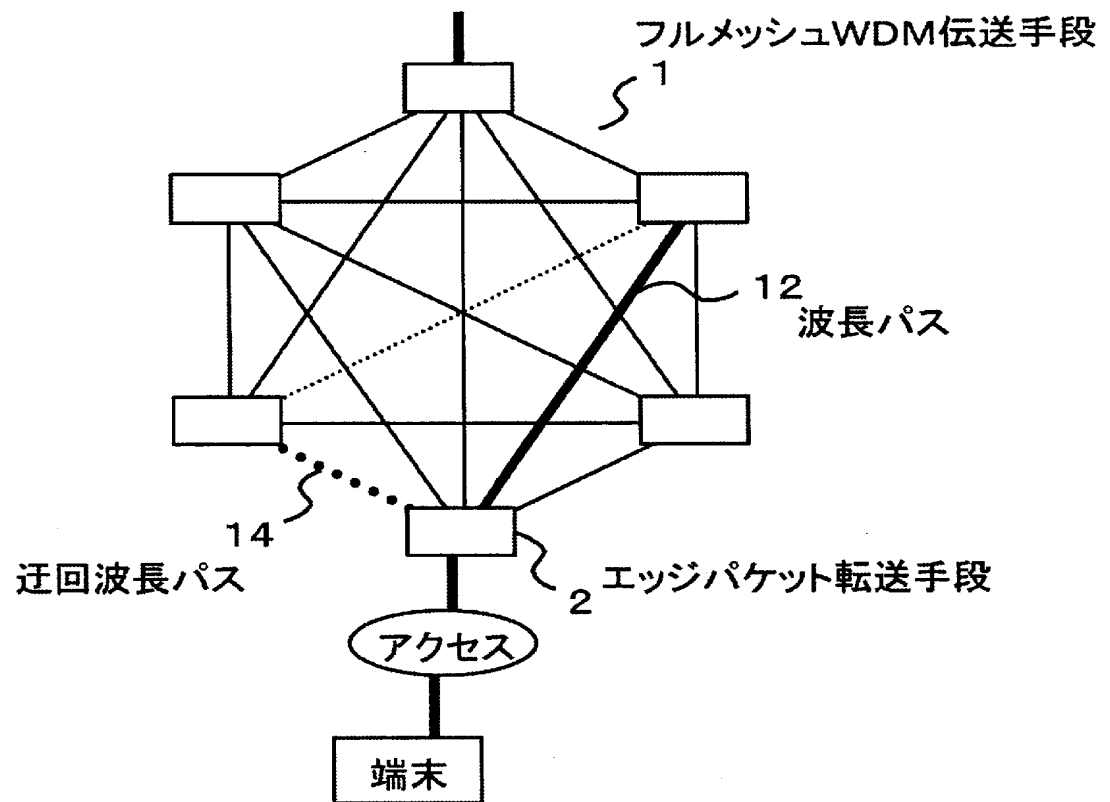
[図12]



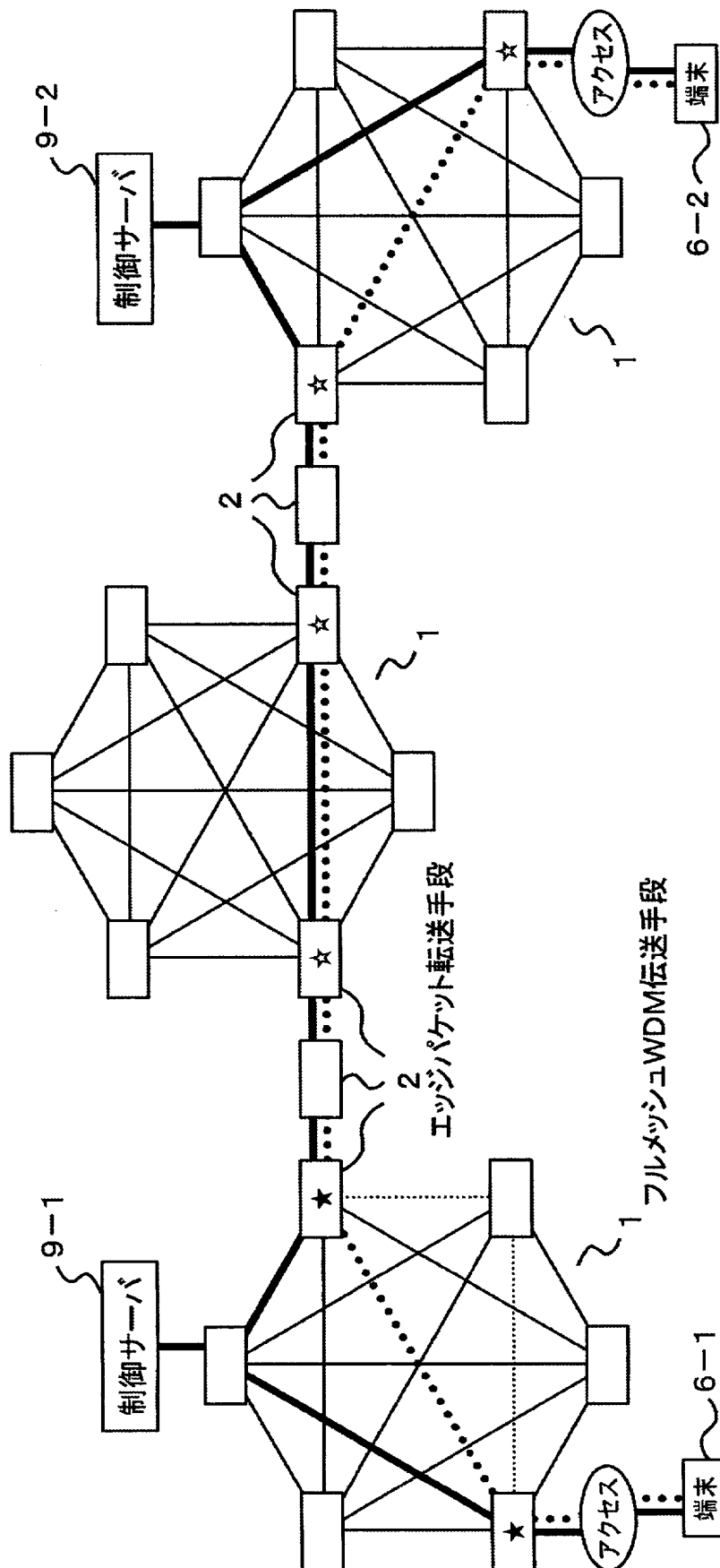
[図13]



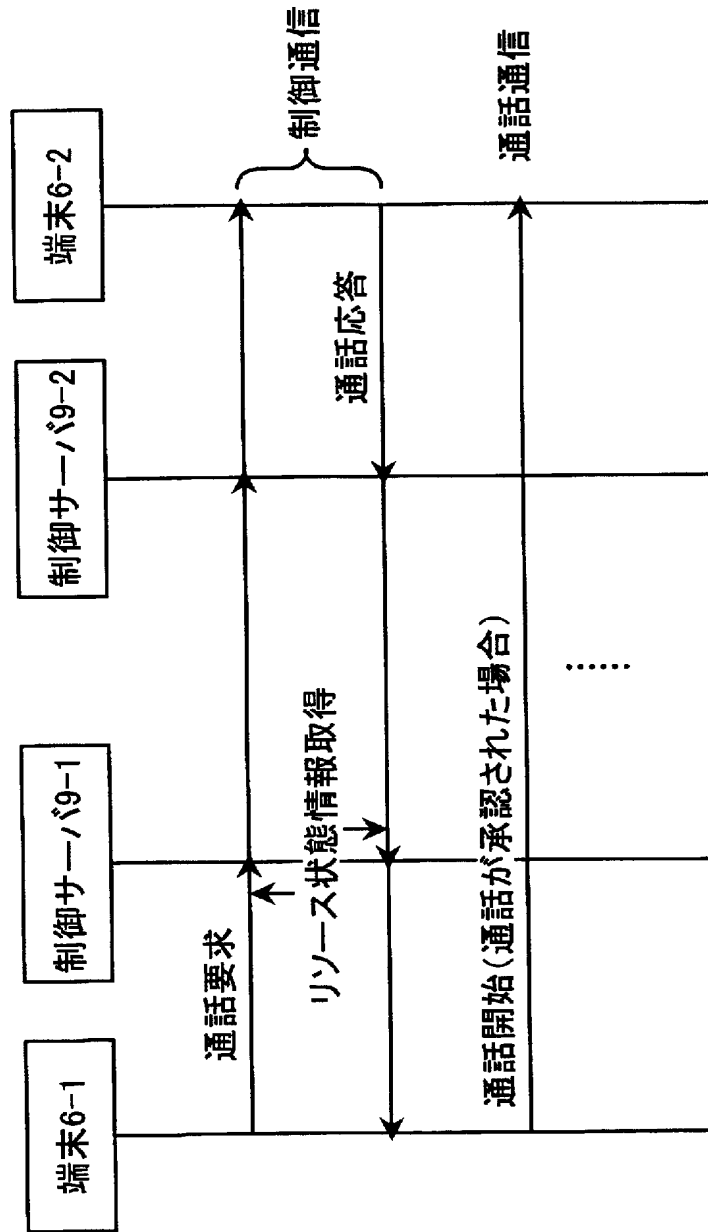
[図14]



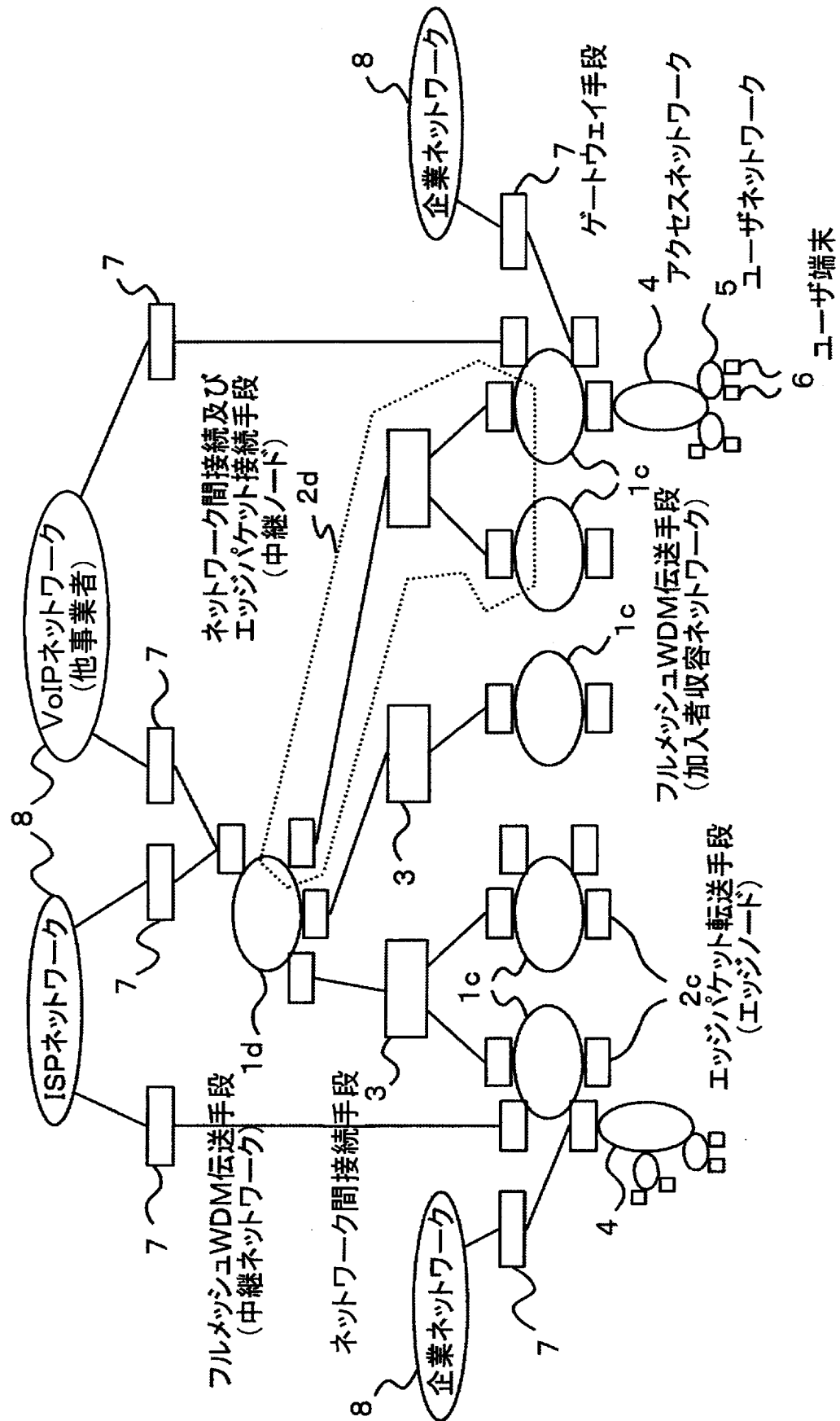
[図15]



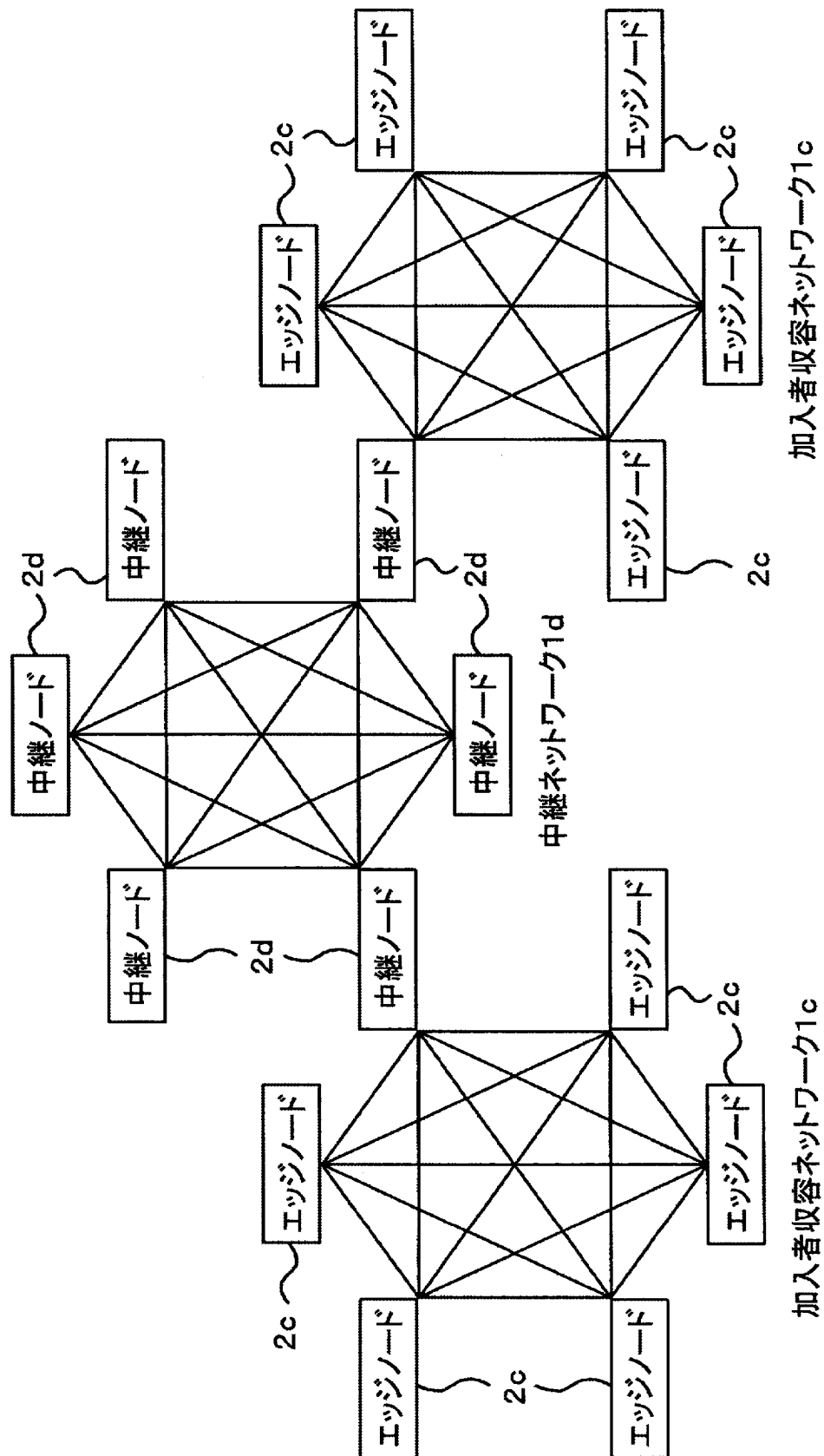
[図16]



[図17]



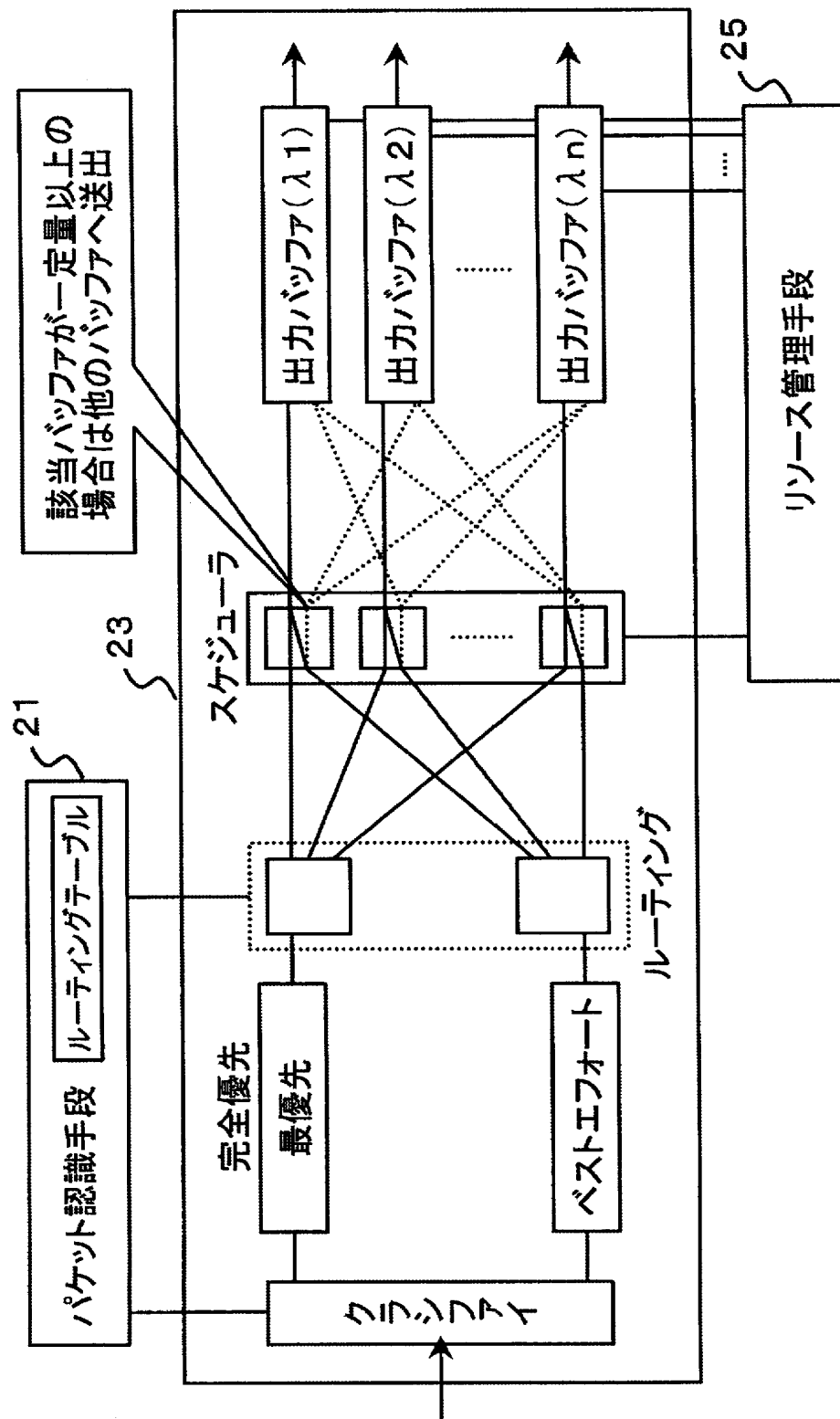
[図18]



[図19]

該当するルーティングテーブル	ルーティングテーブルの記述ルール	
	宛先IPアドレス	送信先ポート
加入者収容ネットワーク	自加入者ネットワーク配下の範囲外	中継ノードへの波長パスに対応したポート
	自エッジノード配下の範囲内	自エッジノード配下に対応したポート
	他エッジノード(番号i)配下の範囲内	エッジノード(番号i)への波長パスに対応したサブポート
中継ネットワーク	自中継ノード配下の範囲内	自中継ノード配下に対応したポート
	自中継ノードに接続した加入者収容ネットワーク(番号j)のエッジノード(番号k)配下の範囲内	加入者収容ネットワーク(番号j)に対応したポートのエッジノード(番号k)への波長パスに対応したサブポート
	他中継ノード(番号i)配下の範囲内及び他中継ノード(番号i)に接続した加入者収容ネットワーク配下の範囲内	中継ネットワークに対応したポートの中継ノード(番号i)への波長パスに対応したサブポート

[図20]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/019627

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L12/56 (2006.01), **H04B10/20** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L12/56, **H04B10/20**

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2004-235741 A (Fujitsu Ltd.), 19 August, 2004 (19.08.04), Par. Nos. [0027] to [0030]; Fig. 1 & EP 1443695 A2	1, 9 2-8, 10-16
Y A	JP 2002-261806 A (Sony Corp.), 13 September, 2002 (13.09.02), Par. Nos. [0068] to [0070]; Fig. 16 & US 2002/0126642 A1	1, 9 2-8, 10-16
Y A	JP 2000-201112 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 18 July, 2000 (18.07.00), Claim 1 & WO 00/25457 A1 & US 6643463 B1	1, 9 2-8, 10-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
25 January, 2006 (25.01.06)

Date of mailing of the international search report
07 February, 2006 (07.02.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/019627

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2005-252362 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 September, 2005 (15.09.05), Par. Nos. [0014] to [0015]; Fig. 1 (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int.Cl. **H04L12/56**(2006.01), **H04B10/20**(2006.01)

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int.Cl. H04L12/56, H04B10/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2006年
日本国実用新案登録公報	1996-2006年
日本国登録実用新案公報	1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 2004-235741 A（富士通株式会社）2004.08.19, 段落[0027]-[0030], 図1 & EP 1443695 A2	1,9 2-8, 10-16
Y A	JP 2002-261806 A（ソニー株式会社）2002.09.13, 段落[0068]-[0070], 図16 & US 2002/0126642 A1	1,9 2-8, 10-16
Y A	JP 2000-201112 A（日本電信電話株式会社）2000.07.18, 請求項1 & WO 00/25457 A1 & US 6643463 B1	1,9 2-8, 10-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

25.01.2006

国際調査報告の発送日

07.02.2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

寺谷 大亮

電話番号 03-3581-1101 内線 3596

5X

9851

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	JP 2005-252362 A (三菱電機株式会社) 2005.09.15, 段落[0014]-[0015], 図 1 (ファミリーなし)	1-16